REVUE GÉNÉRALE DES

SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Président du Comité de Direction :

Georges BOULIGAND

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Correspondant de l'Institut

Vice-Président

Jean VERNE

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris

Membre de l'Académie de Médecine

Tome LX - 1953

SOCIÉTÉ D'ÉDITION D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Siège Social : 99, Boulevard Saint-Michel - PARIS V^e^

Rédaction et abonnement : 5, place de la Sorbonne - PARIS V^e^

Fondateur : **L. OLIVIER** (1890-1920)
Directeurs : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923), **L. MANGIN** (1924-1937), **R. ANTONY** (1937-1941), **J. VILLEY** (1941-1948)

Président d'Honneur :

M. J. TREFOUEL, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Directeur de l'Institut Pasteur.

COMITÉ DE DIRECTION

Président : le Professeur **G. BOULIGAND,** Correspondant de l'Institut.

Vice-Président : le Professeur **Jean VERNE,** Membre de l'Académie de Médecine.

Membres : **MM. les doyens CHATELET et JULLIOT de la MORANDIÈRE, Membre de l'Institut, R. CAVIER, R. FURON, P. JOVET, Paul LAFFITTE, Maurice PARODI, Dr. P.-F. PETIT.**

Secrétaire général : **R. CONSTANS.**

COMITÉ DE RÉDACTION

G. BERTRAND, *Membre de l'Institut.*
L. BINET, *Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté de Médecine.*
L. BLARINGHEM, *Membre de l'Institut.*
Louis de BROGLIE, *Membre de l'Académie Française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.*
Maurice de BROGLIE, *Membre de l'Académie Française et de l'Académie des Sciences.*
J. CABANNES, *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences.*
A. CAQUOT, *Membre de l'Institut.*
A. DANJON, *Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris, Professeur à la Sorbonne.*
G. DAVY, *Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Lettres*
R. DUBRISAY, *Professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l Ecole Polytechnique.*
R. DUSSAUD, *Membre de l'Institut.*
R. FABRE, *Membre de l'Académie de Médecine, Doyen de la Faculté de Pharmacie.*
L. GODEAUX, *Membre de l'Académie Royale des Sciences de Belgique, Professeur à l'Université de Liége.*
L. HACKSPILL, *Membre de l'Institut.*
R. HEIM, *Membre de l'Institut, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle.*
C. JACOB, *Membre de l'Institut.*
R. P. LEJAY, *Membre de l'Institut.*
A. LAMOTHE, *Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique.*
Ch. LAUBRY, *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine.*
A. LEPAPE, *Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie, Chargé de Cours au Collège de France.*
M. LOEPER, *Président de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.*
PASTEUR VALLERY-RADOT, *Membre de l'Académie Française et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.*
J. PERES, *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.*
A. PORTEVIN, *Membre de l'Institut.*
M. PRENANT, *Professeur à la Sorbonne.*
H. VILLAT, *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.*
Paul E. WENGER *Doyen de la Faculté des Sciences de Genève, Directeur de l'Ecole de Chimie.*

Adresser tout ce qui concerne la rédaction :
à M. R. CONSTANS, 5, place de la Sorbonne, Paris (V^e^)

TARIF DE L'ABONNEMENT 1953

France, France d'outremer, Monaco ..... **900 francs**
Etranger ..... **1.000 francs**
Payable par mandats, chèques sur Paris et chèques postaux (compte Paris 5625.02)

ÉDITORIAL

Evolution scientifique et interactions des méthodes

On a souvent insisté sur l'importance du demi-siècle écoulé au point de vue des progrès de la science dans son ensemble. En mathématiques, c'est à la vérité vers 1880 *qu'on voit s'affirmer un nouveau système de tendances, celles qui s'expriment avec tant de force dans l'œuvre d'Henri Poincaré et se confirmeront dans celle d'Elie Cartan. En physique, l'année* 1900, *avec l'apparition des quanta de Planck, a un rôle plus fatidique. D'autres donneraient mieux que moi des dates précises au sujet de la biologie.*

Ce que je veux surtout retenir, c'est dans un intervalle d'environ cinquante années la variété des liaisons qu'on a vu naître entre des savants attachés, en principe, à des préoccupations différentes. Des dialogues entre mathématiciens et physiciens n'ont jamais cessé depuis Descartes et Pascal. Ils n'ont jamais manqué depuis lors d'intervenir entre mathématiciens et philosophes.. Plus rares ont été les occasions où l'échange d'idées se faisait d'une manière active, entre philosophes, mathématiciens et physiciens, réunis au moins par la pensée. Leur programme commun, il est facile de l'apercevoir : il a consisté dans une lutte féconde tendant à refouler un certain nombre d'absolus : temps absolu, espace absolu, croyance à un principe exclusif de la géométrie euclidienne ou de la logique aristotélicienne, etc... L'avènement de la mécanique relativiste et de la mécanique quantique a été riche de conséquences : il nous permet de voir, en certains de nos contemporains, des hommes à qui les mathématiques, les théories physiques, la philosophie sont à la fois redevables. A côté de cet exemple, on pourrait en citer de très différents : tel celui des emprunts que la psychologie appliquée doit faire à la biologie d'une part, aux théories probabilistes d'autre part. Cette énumération d'exemples devient aujourd'hui jeu facile.

Ce qui l'est moins, c'est de trouver des moyens pratiques de favoriser ces études auxquelles plusieurs disciplines doivent coopérer. A cet égard les Revues publiant des travaux de spécialités diverses peuvent exercer une influence bienfaisante. Mais elles ne peuvent jouer leur rôle qu'en étant des organismes vivants, tant il est vrai que s'il n'y a pas de vie sans évolution, il n'y a pas plus d'évolution sans vie.

C'est pourquoi j'incline personnellement à penser qu'avec son esprit actuel, la Revue Générale des Sciences *peut accroître son rayonnement, en coordonnant son activité avec* l'Association française pour l'Avancement des Sciences *qui a retrouvé, depuis la libération, un élan remarquable, et ne manquera pas de l'accroître, si elle veut bien consacrer une partie de son activité à ce thème capital : les interactions des méthodes dans les diverses disciplines scientifiques.*

Georges BOULIGAND.

A la vue de ce premier numéro de 1953, nos lecteurs constatent une modification de la couverture. En effet, après accord avec l'Association française pour l'Avancement des Sciences, notre Revue se substitue à « Sciences » comme bulletin de cette Société. Cette dernière se trouve représentée au sein du Comité de Direction par le secrétaire permanent de son Conseil, le professeur Jean Verne, membre de l'Académie de Médecine, qui devient vice-président, et par ses président et vice-président, MM. les doyens Julliot de la Morandière, membre de l'Institut et Albert Chatelet.

D'autre part, M. le professeur Jacques Trefouel, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, directeur de l'Institut Pasteur qui, à la mort du regretté professeur Jean Villey, avait bien voulu accepter la présidence de notre Comité de Direction, nous a demandé d'abandonner cette présidence à laquelle ses multiples occupations ne lui permettaient pas d'accorder le temps qu'il aurait désiré y consacrer. Le Comité de Direction, après avoir remercié M. Trefouel du grand appui qu'il nous avait apporté, l'a nommé président d'honneur et a demandé au professeur Georges Bouligand, qui depuis de nombreuses années est un des animateurs de notre Revue, de lui succéder.

Enfin, au Comité de Rédaction veulent bien s'adjoindre M. Georges Davy, doyen de la Faculté des Lettres, et M. Roger Heim, directeur du Muséum, membres de l'Institut, tandis que M. Paul Laffitte, professeur à la Sorbonne, est appelé à représenter la Chimie minérale et la Chimie générale au sein du Comité de Direction.

Le secrétaire général.

Revue générale des Sciences
pures et appliquées
et Bulletin de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences
T. LX N°s 1-2 1953

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Gustave VAVON
(1884-1953)

Né en 1884 dans un village du Nivernais, fils d'artisan, Gustave Vavon fut dirigé vers l'Enseignement Secondaire par un instituteur avisé dont il parlait toujours avec émotion.

Reçu à l'Ecole Normale supérieure en 1904, il y entre sans idée préconçue. Ce fut un cours de Lespieau sur la stéréochimie qui décida de sa vocation d'organicien.

Après quelques travaux sur les acétyléniques dans le sillage de son Maître, Gustave Vavon attaque courageusement le difficile problème de l'hydrogénation catalytique au platine. Cette importante technique était alors mal connue et capricieuse ; en quelques années, il en fait une magistrale mise au point, couronnée par le grade de Docteur ès Sciences qu'il obtient en 1913 après une soutenance particulièrement brillante.

Mobilisé en 1914, il fait courageusement son devoir et est blessé devant l'ennemi.

En 1919, il est Chargé de Cours à Nancy, puis occupe dans cette faculté, entre 1920 et 1935, la chaire de Chimie Organique.

Il quitte cette chaire en 1935 pour une Maîtrise de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris où il devient titulaire en 1942.

Les travaux de Gustave Vavon sont du plus haut intérêt.

L'hydrogénation catalytique des cyclanones ou des phénols orthosubstitués le conduit à des cyclanols différents de ceux généralement connus, et obtenus par hydrogénation au sodium des cyclanones.

Vavon montre que les premiers sont les formes *cis*, dont il prépare de nombreux représentants. Il tranche définitivement la question du néomenthol qui avait suscité tant d'interprétations erronées.

Mais Vavon, en possession de nombreux couples de cyclanols substitués *cis* et *trans*, compare leurs vitesses de réaction sur divers agents.

Les conclusions générales de ces magnifiques travaux sont les suivantes :

a) L'hydrogénation catalytique d'une cyclanone ou d'un phénol orthosubstitué donne toujours plus d'isomère *cis* que d'isomère *trans* ; le rapport *cis/trans* est d'autant plus élevé que l'encombrement du substituant est plus important.

b) Les cyclanols substitués *cis* sont moins stables que les *trans* ; les agents alcalins provoquent une isomérisation à peine équilibrée des *cis* en *trans*, et ceci explique que l'hydrogénation des cyclanones au sodium conduit presque exclusivement au *trans*.

c) Chaque fois qu'un réactif donne avec les cyclanols *cis* et *trans* des dérivés respectifs, le *trans* agit plus vite que le *cis* ; le rapport des vitesses *trans/cis* augmente avec l'encombrement du substituant.

d) Toutefois, la déshydratation qui conduit, du *cis* ou du *trans* au même carbure éthylénique, est plus facile pour le *cis* que pour le *trans*.

Tous ces résultats s'interprètent sans peine par l'empêchement stérique au sens de Kehrmann, théorie à laquelle Vavon apporte un faisceau d'arguments d'un inestimable poids.

Vavon s'attaque également au problème de la constitution des magnésiens. Dans ce domaine déjà fort exploité, il met en évidence coexistence des formes symétriques et des formes mixtes, ainsi que leur équilibre, et le rôle catalytique du fer colloïdal dans les réactions accessoires de duplication et de dismutation.

Cette étude des magnésiens devait le conduire à l'un des plus glorieux résultats de sa carrière :

Le chlorhydrate de pinène engendre concurremment deux magnésiens : le chlorure de bornylmagnésium, le chlorure d'isobornylmagnésium. Le premier se condense normalement aux cétones, le second les réduit en alcools secondaires.

Or, si l'on part de pinène actif, le magnésien réducteur est actif. S'il réduit une cétone dissymétrique, l'alcool secondaire obtenu doit être, au moins partiellement, déracémisé.

L'expérience confirme ces prévisions et VAVON obtient ainsi le plus haut taux de synthèse asymétrique de seconde espèce (60 %) qui fut jamais rencontré.

VAVON devait donc connaître, dans le domaine de la stéréochimie qui l'avait amené à l'Organique, un triple succès : Isomérie *cis-trans* cyclanique, empêchement stérique, synthèse asymétrique. Sa réputation de stéréochimiste était mondiale, et les Congrès internationaux le mirent en rapports avec d'illustres représentants étrangers de cette discipline qui sollicitaient ses avis éclairés.

Je n'ai exposé qu'une partie de l'œuvre de VAVON. Ce qui la caractérise tout entière, c'est la précision, le fini, la conscience, la perfection. Sévère pour ses élèves comme pour lui-même, il ne laissait rien imprimer qui ne lui paraisse certain, et il cumulera ces deux titres de gloire : avoir beaucoup produit, ne s'être jamais trompé. Toutes les polémiques scientifiques qui l'opposèrent à d'autres savants se terminèrent à son avantage.

VAVON fut aussi un grand professeur.

Ses cours vibrants, sobres, mais d'une absolue clarté, l'ardeur et l'enthousiasme avec lesquels il les professait, soulevaient son auditoire et faisaient naître des vocations.

VAVON, de plus, était un excellent homme. On ne lui connaissait pas d'ennemi. Très attaché à sa terre nivernaise, il avait gardé le bon sens, la franchise, la bonne humeur du terrien. Dégagé de toute ambition, il ne demandait qu'à travailler et à instruire.

La vie n'a pas été clémente pour VAVON. Déchiré par des deuils cruels, reculé dans un avancement qu'il méritait plus rapide, il a quitté sans rancune une vie encore assombrie par la maladie.

La Chimie française perd en Gustave VAVON l'un de ses plus brillants représentants. Nous saluons sa mémoire et prions Madame VAVON et son fils de trouver ici l'expression de notre douloureuse sympathie.

Charles PRÉVOST,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Guido Castelnuovo, Frederigo Enriques et la géométrie algébrique

par Lucien GODEAUX

Membre de l'Académie Royale de Belgique
Professeur à l'Université de Liége

Ce que l'on appelle communément aujourd'hui *Géométrie algébrique* n'est pas, comme on pourrait le croire *a priori*, l'ensemble des propriétés géométriques susceptibles de s'exprimer par des relations algébriques, mais bien celui des propriétés des variétés algébriques (courbes, surfaces...), qui ne sont pas altérées par des transformations birationnelles de ces variétés, c'est-à-dire par des transformations biunivoques s'exprimant au moyen de fonctions algébriques. Le terme est peut-être mal choisi, puisqu'il peut prêter à ambiguïté et l'expression « géométrie sur une variété algébrique », parfois utilisée, conviendrait mieux. Quoi qu'il en soit, la géométrie algébrique, entendue dans le sens que nous venons de rappeler, est de création relativement récente et sous l'impulsion de deux Maîtres éminents : Guido CASTELNUOVO et Federigo ENRIQUES, elle a pris un grand essor. C'est l'œuvre de ces deux géomètres que nous voudrions, à grands traits, évoquer ici.

Jetons tout d'abord un regard en arrière. La première moitié du XIX^e^ siècle fut l'âge d'or de la Géométrie projective. Les premiers éléments de cette géométrie furent jetés au début du XVII^e^ siècle par DESARGUES et PASCAL, mais c'est PONCELET qui, par la publication de son Traité des propriétés projectives des figures (1822), l'érigea en corps de doctrine. Après lui, Michel CHASLES, DE JONQUIÈRES, STEINER, MOEBIUS, CREMONA..., y apportèrent des contributions importantes et VON STAUDT chercha, sans y réussir complètement, à débarrasser son exposition de toute notion métrique. CREMONA, que nous venons de citer, clôt en quelque sorte cette brillante période de la géométrie projective, que l'on pourrait appeler la période des transformations linéaires, pour ouvrir celle des transformations birationnelles. De 1864 à 1870, ce géomètre créa, en effet, la théorie des transformations birationnelles, transformations biunivoques qui conservent le caractère algébrique des figures. Seules, avant lui, quelques transformations de cette sorte étaient connues : les trans-

formations quadratiques, dont l'inversion est un cas particulier, et les transformations isologiques de DE JONQUIÈRES, auxquelles ce nom est resté attaché.

La théorie des transformations birationnelles allait ouvrir une voie nouvelle à la géométrie et il convient de mentionner ici un mémoire de BERTINI qui fut, dans cet ordre d'idées, un précurseur. Imaginons une infinité de couples de points dans un plan tels qu'un point du plan appartienne en général à un seul couple ; c'est ce que l'on appelle une involution plane du second ordre. Il s'agissait de classer ces involutions. Eh bien, BERTINI (1877) eut cette idée féconde de montrer qu'une involution de cette nature peut se ramener, par une transformation birationnelle, à une involution de l'un de quatre types bien définis, dont il détermine les caractères projectifs. On peut dire que le mémoire de BERTINI marque la naissance de la Géométrie algébrique italienne, aujourd'hui si riche de résultats.

En géométrie algébrique, les êtres géométriques (courbes, surfaces algébriques, systèmes linéaires de courbes planes, etc.) se répartissent en classes, deux êtres appartenant à une même classe s'il est possible de passer de l'un à l'autre par une transformation birationnelle.

Deux problèmes se posent :

a) Déterminer les caractères distinctifs de chaque classe, c'est-à-dire des caractères qui sont invariants pour les transformations birationnelles.

b) Déterminer, dans chaque classe, un être qui satisfait à certaines conditions, en général de caractère projectif, qui serve en quelque sorte de « modèle » de la classe.

Ainsi, dans le problème étudié par BERTINI, les involutions planes du second ordre se répartissent en quatre classes dont chacune est déterminée par un « modèle projectif » bien défini.

En fait, en ce qui concerne les courbes algébriques, on peut faire remonter la répartition en classes au célèbre mémoire de RIEMANN de 1857. D'autre part, BRILL et NOETHER avaient utilisé ce concept dans leur mémoire classique sur les courbes algébriques de 1873 ; nous aurons à revenir sur ce mémoire.

Venons-en à l'œuvre de CASTELNUOVO et d'ENRIQUES.

Guido CASTELNUOVO naquit à Venise en 1865 et fut reçu Docteur en Sciences Mathématiques par l'Université de Padoue, en 1886. Dans cette Université, il eut pour Maître G. VERONESE qui, avec E. D'OVIDIO, devait montrer en Italie l'intérêt de la géométrie

hyperspatiale. Une des premières recherches de Castelnuovo a trait aux involutions rationnelles, c'est-à-dire aux groupes de n points d'une droite tels que r points de la droite appartiennent en général à un seul groupe. Castelnuovo eut l'heureuse idée de considérer ces involutions sur une courbe rationnelle d'un espace projectif à n dimensions (1) ; l'exposé de la théorie y gagne singulièrement en clarté et bien des propriétés deviennent en quelque sorte intuitives. De 1887 à 1891, Castelnuovo fut l'assistant de E. d'Ovidio à Turin. Dans cette ville, il devait rencontrer Corrado Segre, son aîné de quelques années, qui commençait alors sa brillante carrière. Segre, devinant l'appoint que les méthodes crémoniennes pouvaient apporter au développement de la théorie des courbes et des surfaces algébriques, s'efforçait de faire connaître en Italie les travaux de Riemann, Brill et Noether. Du séjour de Castelnuovo à Turin date la nouvelle méthode d'exposition de la géométrie sur une courbe algébrique que l'on a appelée la « méthode hyperspatiale ». Dans leur mémoire sur les courbes algébriques, Brill et Noether avaient considéré les séries linéaires de groupes de points appartenant à une courbe plane. Une série linéaire d'ordre n et de dimension r, sur une courbe de genre p, est un ensemble de groupes de n points tels que r points appartiennent en général à un seul groupe. Lorsque la courbe est rationnelle ($p=0$), la série linéaire devient une involution. Se souvenant de la simplicité introduite dans l'étude de ces dernières lorsqu'elles sont considérées sur une courbe hyperspatiale, Castelnuovo considère également les séries linéaires sur une courbe de genre p hyperspatiale. Le support de la série importe peu, car si deux courbes appartiennent à la même classe, c'est-à-dire si l'on peut passer de l'une à l'autre par une transformation birationnelle (ne s'étendant pas nécessairement, en tant que transformation birationnelle, aux espaces contenant les courbes), cette transformation fait correspondre à une série linéaire une série linéaire de même ordre et de même dimension. Le fait de prendre comme support une courbe hyperspatiale conduit à un exposé plus simple et plus élégant de la théorie ; sa fécondité est de plus attestée par les nombreuses applications que Castelnuovo a pu en faire.

C'est pendant son séjour à Turin également que Castelnuovo a publié son important mémoire sur les systèmes linéaires de courbes algébriques planes, considérés dans le groupe des transformations birationnelles du plan. Cette question préoccupait à l'époque les géomètres italiens. L'usage systématique de la géométrie sur une

(1) Le même concept fut développé à la même époque et d'une manière indépendante par Fr. Deruyts, qui devait plus tard enseigner la Géométrie supérieure à l'Université de Liége.

courbe algébrique permit à Castelnuovo de traiter la question sous son véritable aspect et d'obtenir un grand nombre de résultats.

Le premier travail de Castelnuovo sur les surfaces algébriques date de 1891. A cette époque, il va occuper à Rome la chaire de Géométrie analytique, qu'il conservera jusqu'à sa retraite en 1935. C'est à Rome qu'il rencontrera Enriques et ce sera le début d'une collaboration féconde.

Federigo Enriques, né à Livourne en 1871, conquit son Doctorat en Sciences mathématiques à l'Université de Pise en 1891 ; il y avait eu pour Maîtres Betti, Dini, Bianchi et Volterra. L'année suivante, il est envoyé à Rome pour y suivre les cours de Cremona. Castelnuovo, dans la belle notice qu'il a consacrée en 1947 (Rend. Accad. dei Lincei) à son beau-frère (il avait épousé une sœur d'Enriques), raconte qu'il s'aperçut bien vite que la méthode qui convenait le mieux pour mettre Enriques au courant des faits acquis en géométrie algébrique était la conversation. C'est dans d'interminables promenades dans les rues de Rome que Castelnuovo exposa à Enriques la géométrie sur une courbe algébrique et, cette théorie rapidement assimilée, Enriques entreprit de l'étendre aux surfaces algébriques. Il me tenait quotidiennement au courant de ses recherches, écrit Castelnuovo, et je soumettais ses résultats à une critique sévère. Il ajoute qu'il n'est pas exagéré de dire que, dans ces conversations, fut construite la théorie des surfaces algébriques suivant la méthode italienne.

Noether avait publié (1869, 1874) un important mémoire sur les surfaces algébriques, où il donnait les bases de la théorie et établissait les premières propriétés, mais ce mémoire était obscur et certaines démonstrations étaient longues et fastidieuses, laissant parfois une trop grande place à l'intuition. Il appartenait à Enriques d'établir une théorie aux proportions harmonieuses.

L'instrument qui est à la base des recherches dans la géométrie sur une surface algébrique est le système linéaire de courbes tracées sur la surface, c'est-à-dire un système de courbes tel que par r points de la surface passe en général une seule courbe du système. Si deux surfaces appartiennent à la même classe, à un système linéaire de l'une correspond un système linéaire de l'autre. Enriques commença par édifier la théorie de ces systèmes linéaires, puis il introduisit une opération fonctionnelle : l'opération d'adjonction. Sur une courbe algébrique de genre p, il existe une série linéaire privilégiée, d'ordre $2p-2$ et de dimension $p-1$, appelée série canonique. Si l'on prend pour modèle projectif de la courbe une courbe plane d'ordre m n'ayant que des points doubles ordinaires, ce qui est toujours possible

(Halphen), la série canonique est découpée par les courbes d'ordre m-3 passant simplement par les points doubles. Eh bien, à un système linéaire de courbes tracées sur une surface algébrique, Enriques associe un système linéaire dont les courbes découpent, sur les courbes du premier système, la série canonique de celles-ci. Il obtient ainsi le système adjoint au premier système. Dans ses premiers mémoires (1893, 1895), l'introduction du système adjoint présente quelques points délicats ; Enriques devait plus tard trouver une méthode beaucoup plus directe et plus simple, en utilisant les courbes jacobiennes des réseaux de courbes du système linéaire de départ.

Si $|C|$ est un système linéaire et $|C'|$ son adjoint, il existe en général des courbes C' qui contiennent une courbe C. On définit ainsi un système linéaire $|K| = |C'-C|$ appelé système canonique de la surface. Sur deux surfaces qui appartiennent à la même classe, les systèmes canoniques se correspondent. Le nombre des courbes canoniques linéairement indépendantes est donc un invariant : le genre géométrique p_g de la surface. Ici se place un fait curieux qui montre bien les difficultés du passage de la géométrie sur une courbe algébrique à la géométrie sur une surface. Le genre p d'une courbe algébrique est le nombre des groupes canoniques linéairement indépendants, mais on peut aussi obtenir sa valeur par une formule arithmétique exprimant la dimension du système linéaire des courbes d'ordre m-3 dont il a été question plus haut. Si l'on a affaire à une surface algébrique, on peut généraliser cette formule arithmétique et le calcul donne un nombre p , appelé genre arithmétique de la surface, qui peut être inférieur à p_g. Ce point avait déjà été remarqué par Cayley et par Clebsch. Il se fait que p_a est aussi un invariant des surfaces ; pour le démontrer, Enriques utilise une méthode fort ingénieuse, basée sur l'étude des dimensions des séries linéaires découpées sur une courbe C par les adjoints au système $|C|$ et à ses multiples successifs. Un théorème établi plus tard par Picard montra que l'on peut se limiter à la première de ces séries. D'une manière précise, la série découpée par les courbes adjointes C' sur une courbe C n'est pas la série canonique complète de cette courbe, mais une série dont la dimension est inférieure de p_g-p_a à la dimension de la série complète. Il en résulte que p_g-p_a et par suite p_a sont des invariants de la surface.

Enriques avait ainsi introduit deux invariants des surfaces algébriques : le genre géométrique et le genre arithmétique ; il faut y ajouter le genre des courbes canoniques, appelé genre linéaire p [1]. A ces genres, Enriques en adjoignit d'autres de la manière suivante : On peut définir sur une surface le système somme

de deux systèmes linéaires : c'est le système qui contient toutes les courbes formées de deux courbes prises une dans chacun des systèmes linéaires et les courbes, en général irréductibles, qui peuvent se ramener aux précédentes par variation continue dans le système linéaire (1). On en déduit la définition des multiples d'un système linéaire. Enriques a considéré les systèmes double, triple..., du système canonique, qu'il appelle systèmes bicanonique, tricanonique... Les dimensions P_2-1, P_3-1,... de ces systèmes sont des invariants de la surface, dont l'utilité devait être démontrée immédiatement. Castelnuovo et Enriques réussirent à construire des surfaces sur lesquelles le système canonique n'existe pas, mais qui possèdent des courbes bicanoniques. Ensuite, Castelnuovo parvint à démontrer que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une surface soit rationnelle est que son genre arithmétique p_a et son bigenre P_2 soient nuls.

Pour montrer la fécondité de sa théorie, Enriques l'appliqua à la détermination complète de surfaces de caractères déterminés. Pendant ce temps, Castelnuovo perfectionnait la théorie des systèmes linéaires de courbes tracées sur une surface algébrique. La dimension d'une série linéaire appartenant à une courbe de genre p est fixée par le théorème de Riemann-Roch. Il s'agissait de trouver l'analogue de ce théorème pour les systèmes linéaires de courbes appartenant à une surface. Castelnuovo réussit à résoudre cette difficile question. Sans entrer dans des détails, bornons-nous à indiquer un point qui montre une fois de plus la difficulté du passage des courbes aux surfaces. Sur une courbe algébrique, si les groupes d'une série linéaire appartiennent à des groupes de la série canonique, la dimension de ces séries est augmentée ; si les courbes d'un système linéaire appartenant à une surface appartiennent à des courbes canoniques, la dimension du système est diminuée.

Entre deux courbes algébriques appartenant à la même classe, il existe une correspondance birationnelle sans exception. Au contraire, dans la correspondance birationnelle entre deux surfaces F, F' d'une même classe, il peut exister des exceptions, c'est-à-dire des points d'une des surfaces auxquels correspondent sur l'autre les points d'une courbe, nécessairement rationnelle. De telles courbes sont appelées courbes exceptionnelles ; elles sont de deux espèces : une courbe exceptionnelle sur laquelle il n'existe aucun point auquel corresponde une courbe sur l'autre surface, est de première espèce ; elle est de seconde espèce dans le cas contraire. Enriques a démontré

(1) Ainsi, dans un plan, le système somme du système linéaire des droites et du système linéaire des coniques est le système linéaire des cubiques. Le double du système linéaire des coniques est le système linéaire des quartiques.

que, dans une classe de surfaces algébriques, il existe des surfaces dépourvues de courbes exceptionnelles de première espèce. D'autre part, Castelnuovo et Enriques ont réussi à démontrer que, si une surface possède des courbes exceptionnelles de seconde espèce, elle est rationnelle ou peut se ramener, par une transformation birationnelle, à une surface réglée.

Pendant que Castelnuovo et Enriques développaient en Italie la théorie algébrico-géométrique des surfaces algébriques, celles-ci étaient étudiées en France par Picard, Painlevé, Humbert..., par des méthodes transcendantes. Picard a notamment introduit les intégrales de différentielles totales attachées à une surface algébrique intégrales qui portent aujourd'hui son nom. Une surface algébrique ne possède pas, en général, d'intégrales de Picard de première espèce (qui restent partout finies sur la surface) ; celles qui en possèdent sont des surfaces particulières. De même, les surfaces pour lesquelles le nombre p_g-p_a n'est pas nul sont aussi des surfaces particulières. Certains indices portaient à croire que ces deux catégories de surfaces particulières coïncidaient. La démonstration de l'identité de ces surfaces fut l'œuvre des géomètres italiens : Castelnuovo, Enriques et M. Severi qui, depuis 1902, n'a cessé d'apporter des contributions essentielles à la géométrie algébrique. On peut caractériser ces surfaces de la manière suivante : Considérons sur une surface les courbes algébriques d'ordre donné ; ces courbes se répartissent en un nombre fini de systèmes continus (algébriques). Si ces systèmes sont tous linéaires, la surface est dite régulière, elle est dépourvue d'intégrales de Picard de première espèce et ses genres géométrique et arithmétique sont égaux. Si, au contraire, ces systèmes ne sont pas tous linéaires, la surface est dite irrégulière, elle possède q intégrales de Picard de première espèce linéairement indépendantes et on a $q = p_g - p_a$.

Enriques s'est éteint à Rome le 14 juin 1946. Castelnuovo l'a suivi dans la tombe le 27 avril 1952. Nous avons essayé de faire comprendre quelle fut l'œuvre de ces deux géomètres : ils ont créé des méthodes nouvelles d'investigation et l'on ne sait ce que l'on doit le plus admirer ; ou l'élégance de ces méthodes ou la profondeur des résultats obtenus.

Lucien GODEAUX.

Conditions de transmissibilité des caractères acquis

par Ed. DECHAMBRE

Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

L'étude critique des arguments invoqués pour ou contre la possibilité d'hérédité des caractères acquis ne manque pas de frapper par le parti pris apporté dans la discussion, par le peu de rigueur du raisonnement et encore plus par la facilité avec laquelle les lamarckistes ont accueilli la négation de ce qui constitue cependant la base de leur théorie. Ils ont, en effet, accepté le terrain choisi par leurs adversaires, sans se préoccuper de savoir si le problème était correctement posé. Aussi ont-ils multiplié des expériences qui en toute conscience établissent, en règle générale, la non-hérédité des caractères acquis dans les conditions requises par leurs contradicteurs. Or, R. Anthony a montré que l'argumentation de ceux-ci porte à faux : Weismann n'était pas en droit de conclure de ses expériences à l'effondrement du lamarckisme. Mongomery a déjà dit qu'il ne faut pas demander : « Les caractères acquis sont-ils héréditaires ? » mais « Quels sont, parmi les caractères acquis, ceux qui sont héréditaires ? » ou plus exactement « Quelles sont les conditions requises pour qu'un caractère acquis devienne héréditaire ? »

D'autre part, les mutationnistes les plus convaincus semblent manifester un certain revirement favorable à la question en ce sens qu'ils admettent la discussion à son sujet. Je n'en veux pour preuve que les citations suivantes, empruntées au professeur Cuénot : en 1921, un chapitre de son ouvrage *La Genèse des Espèces animales* est intitulé « Non-Hérédité des caractères acquis », et se termine ainsi : « Nous conclurons cette étude de la somation par une « négation complète et absolue de l'hérédité des caractères acquis « au sens strict et précis que nous avons attribué à ce terme. »

Dans le livre sur l'*Adaptation* (1925), un chapitre porte le même titre et conclut dans le même sens, tout en laissant percer un certain doute : « D'après ce qui précède, on pourrait croire que la « question de l'hérédité des caractères acquis par le soma est « entièrement tranchée, et qu'elle n'a pas plus d'intérêt que les « vieilles histoires de télégonie, des envies de femmes enceintes et « autres fables. Le fait est qu'il n'y a aucune preuve expérimentale « indiscutable, alors qu'on ne devrait avoir que l'embarras du

« choix. Personnellement, avec Morgan et les mutationnistes, je nie « formellement et complètement l'hérédité des caractères acquis, « parce qu'il faut bien avoir une opinion ferme ; mais je comprends « que la question renaisse toujours de ses cendres. Nous verrons, « à propos des accomodats, qui sont des caractères acquis par le « soma, qu'il y a une telle ressemblance entre des caractères héré- « ditaires, donc germinaux, et des accomodats déterminés par « certaines conditions de milieu, qu'il est tentant d'admettre que « ces derniers, par un processus inconnu, se transforment à un « certain moment en caractères héréditaires. Bien entendu, je ne « crois pas qu'il en soit ainsi, et il ne manque pas d'arguments « excellents à opposer à cette thèse lamarckiste ; mais c'est la « raison pour laquelle on imagine toujours des expériences nou- « velles destinées à prouver l'hérédité des caractères acquis. Si une « seule donnait un résultat hors de conteste, cela aurait des consé- « quences considérables, mais on peut dire hardiment qu'il n'y en a « pas. »

Or, dans son traité de 1951 sur l'*Evolution biologique*, le professeur Cuénot réserve une large place aux *Incertitudes biologiques*, parmi lesquelles il consacre un long chapitre à « l'Hérédité des caractères acquis ». Ce changement de titre est en quelque sorte justifié par le premier paragraphe où se manifeste un doute favorable à la question :

« Un dogme du néo-darwinisme est la négation complète de « l'hérédité des caractères acquis par le soma au cours de la vie « individuelle. Cette hérédité, base du lamarckisme, admise plus tard « par Darwin, n'a jamais été prouvée expérimentalement, dans les « limites de temps dont l'Homme dispose. Elle est du reste incon- « ciliable avec ce que l'on sait sur la constitution du patrimoine « héréditaire et les rapports entre le soma et le germen. Aussi, pour « la généralité des biologistes, cette question si longtemps débattue « paraissait-elle résolue dans le sens négatif et désormais sans « intérêt.

« Cependant, un certain nombre d'exemples restent troublants « et l'on pourrait se demander si la muraille du dogme, jusqu'ici « intacte, ne présente pas des points faibles. Pour tenter de « résoudre l'incertitude, examinons : la structure des os, les effets « de l'usage (callosités, etc...), les phénocopies de Drosophiles, les « faciès, le problème des Pagures, le sinus byssal des Pectens, « l'échancrure de la lèvre supérieure du Sanglier mâle, l'échancrure « de la lèvre inférieure du Chat. »

D'une longue étude critique portant sur les points qui viennent d'être indiqués et dont nous en envisagerons quelques-uns en détail, l'auteur tire les conclusions suivantes :

« Il est inutile de reprendre cette dialectique, qui n'est que « dialectique. Le seul point *certain* ressortant de cette étude, c'est « que : *tout ce qui sera plus tard utile à un organisme, même le « moindre détail qui paraît insignifiant, est préparé dans le déve- « loppement*. On dirait, d'une façon générale, que la Nature a ten- « dance à remplacer les accomodats par une mutation germinale « correspondante ; que cette tendance soit appelée *principe de « Baldwin* ou *sélection conservatrice*, ce n'est pas autre chose « qu'une idée lamarckienne, puisqu'il y a substitution d'une pro- « duction spécifique, héréditaire d'emblée, à une production profes- « sionnelle, somatique ; je suis étonné que Baldwin, Schmalhausen « et récemment Hovasse, ne s'en soient pas aperçus. Dans l'état « actuel des faits, on ne saurait affirmer l'absolue impossibilité de « transmission des caractères acquis par le soma au patrimoine « héréditaire ; on peut seulement affirmer que cela n'a pas lieu pour « beaucoup d'entre eux. »

Cette conclusion, parfaitement logique, me semble marquer un tel rapprochement avec le point de vue de R. Anthony que finalement le différend me paraît résider plus dans les mots que dans les idées mêmes. Ce qui importe dans ces conditions, c'est de rechercher pourquoi certains caractères acquis sont héréditaires, pourquoi d'autres ne le sont pas. Il existe, en effet, plusieurs sortes de caractères acquis et les chances de transmission héréditaire qu'on leur reconnaît varient pour chacune d'elles.

⁂

Nous allons étudier les caractères acquis selon la nature de la cause déterminante : chimique, infectieuse ou mécanique. Pour chacune de celles-ci, nous tiendrons compte des caractères de son action qui peut être soit brutale, rapide, soit au contraire faible, répétée, prolongée. Enfin, les modifications observées peuvent être directes ou indirectes.

Le type des *intoxications chimiques aiguës* est l'empoisonnement mortel, au sujet duquel il ne saurait être question d'acquisition ou de transmission de caractères.

En cas d'*intoxication lente, chronique*, l'observation et l'expérience sont d'accord pour constater la transmission de modifications acquises. Il ne s'agit pas là de l'hérédité directe des lésions mêmes observées chez les parents, mais de l'apparition chez les descendants de manifestations diverses consécutives à des variations de l'état constitutionnel général. Le saturnisme, l'alcoolisme, ont été bien étudiés à cet égard. Ainsi, l'hérédité alcoolique se traduit chez les

enfants par des dystrophies dentaires, des déformations du crâne, l'ectrodactylie, le pied-bot, l'infantilisme... Tous ces faits sont bien connus, il suffit de les signaler sans qu'il soit besoin d'y insister.

Les *infections microbiennes massives* sont comparables aux intoxication aiguës, aux empoisonnements, lorsqu'elles déterminent la mort (Septicémies, Choléra, Charbon...).

Lorsqu'elles sont moins graves, le sujet guérit et présente alors souvent un nouvel état caractérisé par sa résistance à une seconde infection et qualifié d'immunité. Celle-ci affecte les degrés les plus divers en rapport avec la nature de l'infection, sa gravité, la répétition de ses atteintes.

La question de l'hérédité de l'immunité acquise dans ces conditions a suscité les recherches les plus diverses. Les expériences ne sont pas décisives, mais tout un ensemble de faits plaide en faveur de la transmissibilité. Il n'est pas douteux qu'il existe des variations raciales dans les susceptibilités aux infections. Ainsi, les Anglo-Saxons et les Russes sont hypersensibles à la scarlatine qui atteint rarement les Noirs et les Jaunes. Les Noirs sont très résistants à la Fièvre jaune et à la Diphtérie. Il est bien connu que les habitants d'un pays où sévit habituellement une maladie en souffrent moins que les immigrants en provenance de pays indemnes. Les Moutons africains résistent mieux à la clavelée et au charbon que les européens.

Les mutationnistes expliquent ces faits par la sélection d'individus naturellement réfractaires grâce à leur constitution génique comportant une mutation réalisant l'immunité. Mais c'est là une simple hypothèse et il est tout aussi légitime d'invoquer la possibilité de transmission d'une immunité acquise, dans les mêmes conditions qu'est transmise l'immunité naturelle.

Les *toxi-infections chroniques* donnent lieu à des observations tout à fait comparables à celles des intoxications chimiques chroniques. Ainsi, l'hérédo-syphilis détermine des dystrophies dentaires, le bec de lièvre, la syndactylie, la polydactylie, l'hydrocéphalie... Il s'agit là très nettement de caractères acquis transmissibles. L. Cuénot est parfaitement d'accord sur ce point :

« Les études cliniques ont surabondamment montré que les individus imprégnés de toxines procréaient des enfants qui, avec une fréquence digne de remarque, présentent des tares, des anomalies, des dystrophies, ou, pour parler le langage biologique, des variations... »

Après un exposé sur l'hérédité alcoolique et sur l'hérédité syphilitique, l'auteur continue :

« Assurément, parmi cette longue liste de dystrophies, il y a probablement des caractères non transmissibles dus à l'intoxication de l'embryon par la voie placentaire, mais il y a certainement aussi de nombreuses mutations, soit que la toxine qui imprègne le soma parental ait modifié directement les cellules sexuelles, dans lesquelles un ou plusieurs facteurs ont éprouvé un changement intime, soit que l'action mutative ait été plus indirecte. Quelques-unes de ces mutations, vraiment pathologiques, s'éteindront plus ou moins vite avec le porteur, mais d'autres, compatibles avec la vie et même la santé normale, vont faire désormais partie du patrimoine héréditaire de la lignée, comme la polydactylie, comme l'héméralopie...

« Ce qui est touché par la toxine, indirectement ou directement, c'est évidemment un certain stade sensible des cellules sexuelles, car, lorsque le syphilitique se soigne sévèrement... il peut engendrer des enfants sains, non dystrophiés... »

Nous en arrivons à l'étude des *conséquences des actions mécaniques* sur les organismes.

Celles qui résultent *directement de traumatismes brutaux* ne sont généralement pas héréditaires. De nombreux faits bien connus peuvent être invoqués dans ce sens : amputation de queue, d'oreilles, circoncision, déchirure de l'hymen... Il est cependant des cas où les modifications consécutives à des mutilations semblent transmissibles. Ainsi, Charrin, Delamarre et Moussu ayant pratiqué des lésions du foie et du rein sur des Lapines et des Cobayes en gestation, ont observé à plusieurs reprises, sur les mêmes organes des produits de ces femelles, des sortes de cicatrices reproduisant celles que portaient les parents.

Marey cite l'observation suivante de Le Hello. Une jument appartenant au baron de Rothschild eut au début de sa gestation un accident qui détermina une atrophie de l'œil gauche. Elle donna naissance à une pouliche dont l'œil gauche était atrophié et non fonctionnel.

Les *conséquences indirectes* des mêmes actions donnent lieu aux plus vives discussions. Certaines expériences, considérées comme positives par leurs auteurs, manquent sans doute de précision, mais les critiques des mutationnistes ne sont pas assez catégoriques pour en permettre un rejet pur et simple. Notamment le fait de ne pouvoir reproduire expérimentalement un phénomène établi par des observations n'est pas une raison suffisante pour en nier l'existence ou la possibilité.

Des expériences importantes en faveur de l'hérédité des caractères acquis ont été réalisées par Brown-Séquard.

Des Cobayes sont rendus épileptiques par des lésions de la moelle épinière ou du sciatique. « Or, quelquefois l'épilepsie se pré-« sente, et comme cette affection n'a jamais été vue chez des petits « de Cobayes ordinaires ou ayant subi d'autres opérations, il semble « bien qu'il y a là autre chose qu'une coïncidence » (Cuénot).

Trois Cobayes ayant eu l'œil altéré à la suite d'une section transversale des corps restiformes, plus des deux tiers de leurs descendants ont eu des altérations variées des yeux, opacité de la cornée, cataracte, glaucôme et même résorption de l'œil. Dans des expériences il y aurait eu transmission d'une paralysie de la paupière supérieure, dans d'autres l'exophtalmie aurait persisté pendant six générations, etc...

Hill a suggéré que ces accidents oculaires seraient dus au mauvais entretien des Cobayes qui déterminerait de la conjonctivite. Et cette simple supposition suffit à annuler des expériences où il est fait état de glaucôme et de cataracte, lésions d'une nature tout autre que la conjonctivite, car elles sont plus en rapport avec l'état constitutionnel qu'avec une infection locale.

En ce qui concerne la disparition de doigts postérieurs, Cuénot dit « qu'il n'est pas douteux que ce sont les parents qui ont rongé « les doigts de leurs petits, comme ils rongent les leurs et ceux de « leurs congénères, insensibles à la suite de la section du sciatique. » Mais cette transmission d'insensibilité locale est une constatation précisément favorable à l'expérience.

Wesphal, Obersteiner, Romanes ont confirmé la transmission de l' « épilepsie ». Mais Maclesza et Wrzosek considèrent que l'expérience est négative, car il ne s'agit pas d'épilepsie vraie. Or, peu importe en réalité le nom donné aux troubles constatés, le fait essentiel c'est leur existence et leur transmissiblité. Cuénot ajoute : « Ce phénomène peut être provoqué chez des Cobayes normaux, « provenant de parents parfaitement sains, par l'anesthésie, par « exemple. » Or, s'il faut anesthésier des sujets pour qu'ils donnent les mêmes réflexes que ceux en expérience, c'est la preuve de l'existence chez ces derniers d'anomalies des centres nerveux.

Et voici un dernier argument de Cuénot : « Ajoutons que les « Cobayes qui ont subi ces graves opérations nerveuses, longues à « guérir, ont certainement des cellules sexuelles, surtout les œufs, « altérées peu ou prou, comme celles d'un syphilitique ou d'un « tuberculeux, ce qui se traduit par une grande mortinatalité et par « des dystrophies variées chez les descendants... » Or, cette constatation est tout en faveur des expériences. Elle donne même une heureuse interprétation du mécanisme qui a pu intervenir : les

caractères transmis peuvent être, en effet, considérés comme le résultat de la modification du chimisme organique, de la constitution générale. Cette interprétation permet ainsi de considérer ce cas comme tout à fait comparable à celui des intoxications chroniques.

Et nous touchons au point crucial de la question : l'étude des *conséquences, directes ou indirectes, d'une action mécanique lente et prolongée sur l'organisme.*

C'est ici que lamarckistes et mutationnistes se heurtent violemment. Les premiers invoquent des observations qui semblent bien démonstratives (callosités, échancrure de la lèvre du Chat...), tandis que les seconds font état de l'impossibilité de reproduire expérimentalement ces faits. Mais une nouvelle fois leur raisonnement porte à faux : les expériences négatives, encore moins ici qu'ailleurs, ne prouvent rien, d'autant que les conditions en sont extrêmement différentes de celles de la nature.

En l'absence d'expériences, le raisonnement des mutationnistes se résume d'ailleurs ainsi : puisque les conséquences directes d'un traumatisme violent ne sont pas héréditaires, à plus forte raison celles d'un léger ne peuvent-elles pas l'être.

Or, c'est là une conception inacceptable en biologie. Transposée sur des sujets mieux connus, elle conduit à des erreurs. Ainsi en toxicologie, en thérapeutique elle amènerait à conclure que les effets sont proportionnels aux doses, ce qui est manifestement inexact : non seulement l'effet varie avec la dose, mais, ce qui est capital, les mécanismes physiologiques mis en jeu peuvent être tout à fait différents, parfois totalement opposés, pourrait-on dire. Ainsi, une dose élevée tue, sans que l'organisme puisse réagir. Une plus faible peut avoir une influence directe sur divers organes, c'est la base de la médecine allopathique. Enfin, une dose extrêmement faible, mais répétée, agit tout à fait différemment, en suscitant des réactions propres de la part de l'organisme : c'est le principe de l'homéopathie, c'est aussi celui des vaccinations.

Or, nous pouvons très bien établir des différences de même ordre dans l'action des traumatismes.

Les traumatismes violents correspondent aux doses toxiques : ils entraînent la mort avant toute réaction, aucun caractère nouveau n'apparaît.

Un traumatisme moins grave modifie le fonctionnement intime de l'organisme, par exemple par l'atteinte ou la destruction d'organes (cependant plus importants que la queue ou les oreilles), tout en permettant la survie. Tel serait le cas de l'obervation de Le

Hello et des expériences de Brown-Séquard. On conçoit que, dans ces conditions, des troubles apparaissent dans le chimisme constitutionnel, dans la nutrition de divers organes, influencent les cellules reproductrices et déterminent l'apparition de modifications chez les descendants.

Enfin, dans le cas d'actions physiques faibles, mais longuement répétées, telles que celles qui produisent les callosités (chez le Phacochère, par exemple), il est possible d'invoquer, au niveau des frottements, la production de suffusions sanguines, d'écrasements de cellules. Les déchets qui en résultent, résorbés, amènent la production d'anticorps divers déclenchant les mécanismes de cicatrisation, de régénération, de production de nouveaux tissus. Il est en effet certain que la cicatrisation des plaies est un phénomène très complexe dominé par des processus généraux. Ainsi, la réparation des os fracturés ne se fait pas au hasard et en cas de non-consolidation des abouts une articulation s'organise avec ligaments, synovie, cartilages, etc... Ce n'est pas une simple action locale qui préside à ces néo-formations. Nous ne connaissons pas le détail du mécanisme qui entre en jeu. Des interprétations diverses peuvent en être données. Mais de ce que leur bien-fondé n'est pas établi devons-nous conclure à la non-existence du phénomène ? Nous ignorons tout autant les mécanismes de l'anaphylaxie, de l'immunité, de l'action homéopathique, celles-ci n'en existent pas moins cependant.

Finalement, pour répondre à la question posée, nous pouvons dire que, dans tous les cas envisagés de transmission d'un caractère acquis, nous constatons une atteinte au fonctionnement général de l'organisme *par mise en jeu de mécanismes réactionnels généraux sous l'influence d'une action soit violente et limitée* dans le temps, mais troublant profondément le fonctionnement de l'organisme, *soit faible mais répétée*, tant sur les individus que sur les générations successives.

Etant donnée la généralité des faits observés, nous pouvons admettre que c'est là une condition essentielle, mais sans doute n'est-elle pas suffisante. Il est en particulier possible que les gonades ne soient sensibles que pendant des périodes favorables, ce dont nous n'avons aucune idée.

Il se peut aussi que la notion de seuil doive intervenir. Les modifications dans le métabolisme du soma n'agiraient sur le germen qu'après avoir atteint un niveau déterminé. Alors des variations se manifesteraient brusquement chez les descendants sous forme de mutations s'effectuant précisément dans le sens favorable à l'évolution.

Ce ne sont là évidemment que des hypothèses, mais au moins des hypothèses de travail qui me semblent plus fécondes que l'invocation du hasard si cher aux mutationnistes exclusifs.

Ed. DECHAMBRE.

TRAVAUX CITÉS

R. ANTHONY. — Le déterminisme et l'adaptation morphologiques en biologie animale. *Archives de morphologie générale et expérimentale*, (Doin), Paris, 1922.

R. ANTHONY et L. CUÉNOT. — Enquête sur le problème de l'hérédité conservatrice : les callosités du Phacochère. *Revue générale des Sciences*, juin 1939.

Ed. DECHAMBRE. — Réflexions sur les caractères acquis et leur transmissibilité. *Revue générale des Sciences*, 1949, 7-8.

L. CUÉNOT. — L'Evolution biologique. (Masson), Paris, 1951.

LES LIVRES REÇUS

ACKERLEY (R. O.). — La Science de l'éclairage artificiel (Eyrolles, Paris). 750 francs.

BOURBAKI (N.). — Eléments de Mathématiques. Livre V : Espaces vectoriels topologiques, chap. I et II (Hermann et Cie, Paris).

Louis de BROGLIE. — Physicien et penseur (Ouvrage jubilaire) (Albin Michel, Paris). 870 francs.

CARLIN (B.). — Les Ultrasons (Eyrolles, Paris). 2.300 francs.

EISENMANN (Eugène). — Annotated List of Birds of Barro Colorado Island, Panama Canal Zone (Smithsonian Institution, Washington).

FRANCON (Maurice). — Contraste de phase et contraste par interférences (Ed. de la Revue d'Optique, Paris). 2.200 francs.

GHYKA (Matila). — Philosophie et mystique du Nombre (Payot, Paris). 900 francs.

GOODWIN (T. W.). — The comparative Biochemistry of the Caretenoids (Chapman et Hall, Londres). 50 schillings.

GRAUSTEIN (Jeannette E.). — Nattall's Travel into Old Northwest (Chronica Botanica, Whaltam et Lib. Raymann, Paris). 3 dollars.

HALDANE (J. B. S.). — La Science en marche (Presses Universitaires de France). 800 francs.

LISON (L.). — Histochimie et cytochimie animales. Principes et Méthodes (Gauthier-Villars, Paris). 3.800 francs.

LOEBLICH (Alfred R.), Jr et TAPPAN (Helen). — The Foraminiferal Genus Triplasia Reuss, 1854 (Smithsonian Institution, Washington).

LOISEAU (J.). — La Mécanique rationnelle dans un espace à quatre dimensions et ses applications (Publ. Scient. et Techniques du Ministère de l'Air). 2.500 francs.

MANDELBROJT (S.). — Séries adhérentes, régularisation des suites, applications (Gauthier-Villars, Paris). 4.000 francs.

(Voir suite p. 38.)

L'Histochimie
Méthodes - Possibilités

par P. F. CECCALDI

(*Laboratoire de Biologie de la Faculté de Médecine de Paris*)

Sans avoir à entreprendre un historique détaillé de l'Histologie, il conviendrait, certes, d'en retracer l'évolution générale pour mieux situer l'actuelle position de l'Histochimie avant que d'envisager ses méthodes et ses possibilités...

Brièvement on rappellera, sans plus, que l'Histologie, Science des Tissus, avait commencé par être une science « totalitaire » : la notion de tissus acquise (Bichat 1801), et surtout leur classification ébauchée (Schwann 1839), on en avait envisagé d'emblée une étude à la fois anatomique et analytique.

Mais cette Histochimie anticipée était en fait et surtout une chimie analytique et guère biologique dans ses procédés, recourant plus à des techniques destructives que conservatrices et portant plus sur des organes entiers que sur des tissus.

Peu à peu pourtant, le respect de l'organisation tissulaire s'imposait et une conception plus fine se faisait jour ; c'est ainsi que, vers 1859, Cl. Bernard cherchait à caractériser topographiquement l'acide chlorhydrique dans la muqueuse gastrique (au moyen de la réaction au bleu de Prusse), puis le glycogène dans le foie (au moyen de la réaction à l'iode). Le but n'était plus alors seulement analytique, il était surtout topographique — ni isolement, ni purification de la substance étudiée, mais, au contraire, non-séparation de son environnement, et par-dessus tout non-altération : telles s'imposaient les bases nouvelles de travail.

Il apparaît dès lors qu'il ne saurait plus être question d'analyse, même microchimique. L'Histochimie ira s'individualisant désormais comme une science aux confins de l'anatomique et de l'analytique, science certes composite, mais autonome en ce qu'elle a bien *ses* problèmes et *ses* développements (Prenant 1910).

Actuellement, et de plus en plus, l'Histochimie tend à déborder de son étymologie : d'Histo- elle devient Cyto-, et de - Chimie elle devient -Physique ; elle emploie des méthodes très particulières, et après avoir eu des buts d'abord descriptifs puis compositionnels,

elle devient aussi structurale — en réalité, ces distinctions entre Histo- et Cyto- comme entre -Chimie et -Physique viennent surtout d'exigences techniques. Aussi la dénomination d' « Histochimie », pour imprécise et inexacte qu'elle puisse devenir, semble-t-elle devoir être conservée comme représentant un moyen terme dans cette diversité de tendances, finalement convergentes vers un objectif commun : la connaissance de l'organisme de la Matière vivante.

Entre le point de départ et le point d'arrivée de cette conception de l'Histologie, se situe toute l'Histologie dite « classique » qui est une étude purement descriptive fondée sur des procédés tinctoriaux.

Les colorations histologiques sont de vraies teintures jouant sur des affinités inégales et parfois sélectives des constituants tissulaires ou cellulaires ; mais le mécanisme intime de ces affinités reste obscur : on obtient des différences dont on n'a pas d'explication valable, si raisonnées que veulent être les méthodes, comme dans l' « analyse chromatique » par exemple, qui a pourtant représenté une véritable transition entre cette Histologie classique et l'Histochimie moderne. On ignore en effet le rôle de la substance colorante comme celui de l'élément substrat de la teinture, même lorsqu'elle est réputée spécifique d'un élément donné, car on ignore le mécanisme et aussi la raison du phénomène tinctorial.

Il en résulte que la majorité des méthodes de coloration restent empiriques et ne peuvent en aucun cas avoir la valeur significative d'une réaction au sens chimique du terme, elles n'ont qu'une valeur distinctive. Ces méthodes purement morphologiques constituent néanmoins la plus solide base de référence de toute l'Histochimie.

⁂

L'Histochimie, quant à ses méthodes, se partage en deux tendances : l'une qui est plutôt anatomique, l'autre qui est plutôt analytique — elle n'en reste pas moins indivisible dans son objet, mais cela a pu faire que pour des micro-anatomistes elle a été considérée comme un ensemble de techniques analytiques, tandis que pour des micro-analystes elle était considérée comme un ensemble de techniques anatomiques : en vérité, l'Histochimie a, on va le voir, à profiter des unes comme des autres.

La tendance micro-anatomique envisage d'étudier *in situ* la composition tissulaire ou cellulaire par l'observation microscopique, directe ou médiate (emploi de moyens chimiques, optiques, radioactifs), de coupes ou de frottis.

Les exigences de cette étude sont des plus strictes : si l'on veut obtenir à la fois une localisation et une caractérisation valables, il faut que l'intégrité de la forme soit respectée, et que la sensibilité et la spécificité de la réaction soient assurées ; la difficulté est dans la réalisation conjointe de ces conditions. C'est ainsi, par exemple, que si la caractérisation de l'urée dans les tissus par des moyens chimiques est aisée, sa localisation est pratiquement impossible du fait de sa diffusibilité extrême ; inversement, si la localisation des lipides dans les cellules apparaît facile, leur caractérisation spécifique apparaît encore actuellement impossible par les seuls moyens chimiques.

Dans le cas le plus général, il est nécessaire que la substance étudiée soit conservée à l'endroit même où elle existe chez le vivant, et que le tissu ou la cellule étudiés soient maintenus dans leur intégrité morphologique. Tout cela peut se résumer en un problème de fixation — fixation de la substance *in situ* comme fixation histologique de la forme.

Deux éventualités se présentent ordinairement :

ou bien la substance est à l'état figuré (ou en liaison avec un substrat figuré) et il suffit d'un fixateur non-solvant et non-altérant de la substance ; lorsque plusieurs sont possibles, il faut toujours opter pour celui qui est histologiquement le meilleur, car la localisation d'une substance ne peut être exacte que si la structure est bien fixée, et la conservation de ladite substance dépend dans bien des cas de la fixation histologique elle-même ; beaucoup, en effet, se montrent solubles isolées, mais restent en place dans les tissus où elles sont combinées, complexées, associées, adsorbées ou autres, et l'on conçoit que leur fixation soit liée alors étroitement à celle de leurs substrats ;

ou bien la substance n'est pas à l'état figuré, et il faut la précipiter *in situ*, et rigoureusement *in situ*. Certes, la précipitation est un phénomène théoriquement facile à déterminer, mais encore faut-il qu'elle soit immédiate et complète pour avoir un effet localisateur ; en fait, les difficultés sont très considérables : d'une part, il faut que le réactif soit parvenu sur place avant que la substance à y précipiter s'en soit éloignée, et la pénétration des fixateurs est plus ou moins lente ; d'autre part, il s'agit là d'un milieu colloïdal dont la nature même retarde les précipitations massives et favorise de plus des précipitations périodiques. Si l'on ajoute à cela que la fixation entraînant la coagulation des protéines retarde ou empêche à mesure la pénétration du fixateur lui-même, lequel est ordinairement un sel lourd dont la diffusibilité deviendra dès lors extrêmement inégale, il apparaît impossible théoriquement

d'obtenir, dans ces conditions, une précipitation rigoureusement topographique des substances dissoutes.

Seule, la technique « freezing-drying » permet en général d'obtenir des résultats satisfaisants. Elle consiste à déshydrater complètement un tissu congelé à basse température, ceci à la faveur d'un vide intense. Le tissu préparé est plongé ensuite dans la masse d'inclusion fondue (paraffine ou carbowax), puis le tout est débité en coupes minces comme à l'ordinaire. Il n'y a plus de risques d'altération par des fixateurs, non plus que par des déshydratants ou des pénétrants, tous plus ou moins solvants des lipides et destructeurs des enzymes.

Sur ces coupes alors, les moyens d'étude peuvent être soit chimiques, soit optiques, soit radio-actifs ; pour mémoire, il faut signaler aussi certains moyens physiques comme : les caractères de solubilité, le point de fusion, de congélation, de sublimation, etc... qui permettent dans certains cas d'apporter un preuve supplémentaire d'identification *in situ*.

Les moyens chimiques ont été jusqu'à présent, et de très loin, les plus utilisés. Toutes les réactions micro-chimiques ne sont pourtant pas applicables à l'Histochimie car, outre les exigences ordinaires de sensibilité et de spécificité de ces réactions, il y a pardessus tout le respect de l'intégrité des tissus.

La sensibilité des réactions doit être extrême, il s'agit de caractériser des substances dont la quantité présente dans un tissu et, à plus forte raison dans une cellule, est infime tant en valeur absolue qu'en valeur relative : une coupe ou un frottis ont des épaisseurs comprises entre 1 et 20 μ.

La spécificité n'a pas à être aussi absolue, par contre, car on peut utiliser nombre de réactions sans doute peu spécifiques si les conditions d'application le sont ; c'est le cas si l'on étudie des substances étrangères au métabolisme normal et attendues ; autrement on peut faire des recoupements au moyen d'autres réactions de spécificités ou de mécanismes différents et contrôler leur concordance.

En théorie, l'Histochimie s'assigne bien de caractériser et de localiser des substances aussi peu différentes que possible (mères, filles et sœurs d'un même métabolisme, par exemple), mais en réalité cela risque d'aboutir à de telles confusions que l'on s'en tient ordinairement à des réactions de caractérisation d'éléments ou de fonctions chimiques.

Ces réactions sont soit directes, soit indirectes.

Directes, elles ne présentent guère de difficultés.

Indirectes, elles sont beaucoup plus délicates : tantôt il s'agit dans un premier temps de démasquer une substance combinée (comme un ion dans un sel), ou complexée (comme un lipide dans une lipoprotéine), ou associée (comme un pigment à une graisse), ou adsorbée (comme un sel sur des protéines), puis de la caractériser dans un second temps ; tantôt il s'agit de mettre en évidence le produit d'une réaction, invisible immédiatement, au moyen d'une autre réaction facilement constatable.

Dans ces types de réactions en deux temps, on ne peut faire abstraction du milieu tissulaire ; des phénomènes d'adsorption, entre autres, font courir le risque de rétention de substances, donc de localisations erronées. Ces méthodes, en conséquence, sont peu satisfaisantes en soi et ne devraient être que complémentaires.

Voici un exemple développé de plusieurs réactions indirectes fondées sur l'emploi de la réaction de Schiff : cette réaction sert actuellement à la caractérisation finale tant d'acides nucléiques (Feulgen), que de lipides (Verne), que de polyosides (Bauer, Mac Manvs, Hotchkiss), que d'acides insaturés (Wolman), après création — par divers procédés d'oxydation — de fonctions aldéhydes dans tout ou partie de ces molécules : il est nécessaire et suffisant d'avoir adjacentes, sur la molécule à caractériser, soit deux fonctions hydroxyles non substituées, soit une fonction hydroxyle et une fonction amine primaire ou secondaire.

On sait par ailleurs que le réactif de Schiff est préparé par action de l'anhydride sulfureux sur la fuchsine basique, mélange de plusieurs colorants de la série du phénylméthane ; il se forme ainsi par réduction un acide N. sulfinique, la leucofuchsine sulfonique-acide, incolore, encore appelée acide fuchsine-sulfureux. Sous l'action d'un aldéhyde, ce réactif se colore par formation d'un nouveau dérivé phénylméthanique qui diffère du colorant initial par sa structure et sa couleur, il ne s'agit donc pas d'une recoloration à strictement parler, mais bien d'une réaction colorée et spécifique des aldéhydes dans la majorité des cas, cela est incontestable.

Mais reste à prouver la validité des réactions préalablement employées à aldéhydifier les molécules à l'étude : quels sont les mécanismes invoqués ?

Pour la réaction de Feulgen, il n'y a pas à vrai dire création de fonction aldéhyde : l'acide thymonucléique, encore appelé désoxyribonucléique, possède dans sa molécule une composante glucidique normalement masquée ; libérée par une hydrolyse acide, sa structure de désoxypentose lui vaut de se comporter comme un aldéhyde et de colorer le réactif de Schiff. Cette réaction n'est pas

donnée par tous les acides nucléiques, elle n'est positive que pour ceux qui possèdent ce groupement glucidique-là.

Pour la réaction de Verne, il n'y a pas d'hydrolyse acide, mais seulement passage dans une solution de chlorure mercurique avant coloration du réactif de Schiff ; l'interprétation est encore en discussion : les relations dans le temps comme dans l'espace entre les substances donnant une réaction positive et les lipides histologiquement décelables, laissent à penser qu'il s'agirait de composés aldéhydiques démasqués par le traitement mercurique et témoins du métabolisme lipidique.

Pour la réaction de Bauer - Mac Manvs - Hotchkiss, l'aldéhydification porte sur deux fonctions alcools secondaires voisines dans la molécule glucidique (polyoside, glucoprotéine) grâce à une oxydation qui peut être déterminée par l'acide periodique dans la technique la plus courante, mais qui pourrait être aussi bien assurée par le permanganate de potassium (Lillie) ou l'anhydride chromique (Bauer).

Pour la réaction de Wolman on emploie, comme agent d'oxydation des acides gras insaturés, soit l'acide periodique, soit l'acide performique, soit le permanganate de potassium, soit l'anhydride chromique, soit le perhydrol, tous à une très grande dilution ; quel que soit le mécanisme imaginé : époxydation suivie d'hydrolyse donnant lieu à la formation de glycol ensuite oxydé en aldéhyde, ou bien addition de deux fonctions hydroxyles donnant un dihydroxyacide oxydé en aldéhyde, le moins que l'on puisse dire c'est que (hormis des cas bien définis) elle n'apparaît guère spécifique des acides gras insaturés ; pour ce qui est de sphingosines, comportant des fonctions amine et hydroxyle adjacentes, ou de cérébrosides ayant une composante glucidique, ces opérations sur double liaison paraissent superflues, à moins qu'elles ne renforcent la réaction.

La critique essentielle que l'on peut donc porter contre les méthodes de ce groupe est qu'il s'agit dans tous les cas d'une oxydation et que l'intensité et l'extension de la réaction dépendent trop du traitement oxydant : il n'est pas dit que l'on soit absolument maître du degré de l'oxydation dans un tissu. Néanmoins, dans les cas les plus favorables, divers artifices préalables à l'oxydation (comme une acétylation bloquant la fonction glycol ou une bromuration bloquant la ou les fonctions éthyléniques) permettraient d'analyser plus finement la nature de la substance étudiée.

Dans toutes ces réactions indirectes, seul le premier *ou* le second temps est rigoureusement valable, les réactions mises en

jeu à la suite présentent toujours des risques de perturbation nombreux et variables, que ce soit dans l'une ou dans l'autre et toujours difficilement contrôlables.

Cela diminue d'autant la valeur de la méthode chimique si souvent obligée de recourir à ces procédés en plusieurs temps, ce qui fait qu'actuellement on en voit plus les limites que les possibilités.

Une méthode à la fois physique et chimique, la micro-incinération, a permis d'établir la distribution de nombreux minéraux dans les tissus. Elle consiste à incinérer progressivement une coupe histologique spécialement préparée : tous les composés organiques sont carbonisés ou volatilisés sur place et seules subsistent des localisations minérales fixes qu'on peut ensuite étudier au microscope ; la topographie cellulaire, à l'état de vestige, n'a subi qu'un minimum de déformations. L'avantage est que les substances minérales n'ont encouru à aucun moment le risque d'être déplacées ou masquées d'une façon quelconque. C'est une méthode seulement qualitative, mais qui peut être hautement sensible et spécifique si, à l'observation simple des « spodogrammes » au microscope, on adjoint des procédés chimiques (réactions de caractérisation), ou des procédés optiques (polarisation, fluorescence, absorption aux R.X.), en s'en référant toujours à une coupe identique, colorée classiquement (Policard).

Toutes ces méthodes à base chimique se heurtent à trois impossibilités :

— la première est de localiser les substances dissoutes — les substances non liées à des éléments figurés peuvent être, certes, mises en évidence, mais on ne peut garantir leur localisation, et cela d'autant moins que la diffusibilité de ces substances est plus grande, autrement dit que leur poids moléculaire ou atomique est plus faible ;

— la seconde est de caractériser des quantités infinitésimales de substances — les évaluations que l'on peut faire, en chimie, de la sensibilité des méthodes seraient difficilement transposables ici, car les conditions y sont trop particulières : on ne travaille pas dans des tubes propres et secs et dans des conditions optima de milieu, mais dans un environnement complexe, à répartition non uniforme de substances des plus hétérogènes ; à ces difficultés s'ajoute celle de l'observation microscopique : si bien que l'on doit non seulement considérer comme sans grande valeur une réaction négative, mais encore discuter temps par temps une réaction positive ;

— la troisième est de quantifier, en relatif comme en absolu, les résultats.

Les moyens optiques utilisant divers phénomènes comme l'absorption, l'émission, la fluorescence, la diffraction, offrent à l'Histochimie toute une gamme de possibilités, d'ailleurs encore non épuisées. Leur avantage majeur sur les moyens chimiques est en ce que l'on peut obtenir des spectres des substances soumises à leur examen ; or un spectre est un ensemble de radiation résultant de la modification d'un rayonnement par la substance étudiée, et le dépouillement de ce spectre dans un domaine suffisamment étendu, correspond à l'étude simultanée d'un grand nombre de propriétés variées dont la sommation devient rigoureusement caractéristique de ladite substance, du point de vue de sa composition ou du point de vue de sa structure.

Si l'on songe que les transformations subies par une substance donnée au cours d'une réaction biologique peuvent être infimes malgré leur importance, que c'est ordinairement par de nombreux stades successifs et subintrants que cette substance va se transformer en une autre et que de cela résultera la présence simultanée dans une cellule vivante d'une multitude de formes intermédiaires représentant les restes de la substance-mère et l'innombrable cortège de ses formes cataboliques ou anaboliques, formes éphémères pour la plupart donc rares et difficiles à saisir, l'on conçoit l'intérêt supérieur des méthodes optiques — d'une sensibilité et d'une spécificité assurées à la fois, aussi bien quantitatives que qualitatives, praticables directement sur les cellules ou les éléments cellulaires, à l'état vivant comme à l'état fixé, n'altérant point les échantillons à elles soumis et permettant de les employer éventuellement à d'autres recherches ensuite ! Seules, la petitesse des objets et les aberrations instrumentales viennent les limiter, d'ailleurs non irréductiblement.

Il ne saurait être question ici des diverses méthodes proprement microscopiques (microscope à contraste de phase, microscope interférentiel, microscope électronique même) qui représentent plus des moyens d'étude morphologique que compositionnelle ou structurale : les méthodes spectrales seules ont un intérêt véritablement histochimique.

Il faut toutefois mentionner au passage l'emploi de la lumière polarisée qui permet des études microcristallines (purines, acides gras, calcaires) fort précises.

La « microspectrométrie » est la conjugaison de méthodes spectrométriques et microscopiques et pose de ce fait des problèmes spéciaux.

Dans tous les cas, l'étude porte sur des coupes histologiques dont les épaisseurs doivent tendre à être unicellulaires, elles doivent aussi être montées de telle sorte que les supports ou les milieux ne perturbent en rien les mesures.

Il est trois grands procédés d'analyse spectrométrique : par absorption, émission, ou diffraction des radiations — que celles-ci soient du domaine du visible, de l'U.V., de l'I.R., des R.X. Sauf les R.X., qui nécessitent des moyens vraiment spéciaux, les schémas des appareillages spectrométriques sont assez semblables dans l'ensemble et peuvent se résumer, de façon un peu simpliste, en dispositifs d'émission, de transmission et de réception, montés à la suite les uns des autres.

L'émission peut être assurée de diverses manières : on utilise soit des spectres continus, soit des spectres mixtes. A la source, ils sont polychromatiques et, si besoin est, on réalise la sélection des radiations au moyen d'un monochromateur. Comme la plupart du temps les mesures que l'on fait sont comparatives, il est extrêmement important de pouvoir régler avec certitude la constance de l'intensité d'éclairement et l'égalité des temps d'illumination. Dans certains cas, l'émission est déterminée au sein même de la substance étudiée.

La transmission de ces radiations ainsi parfaitement définies en fréquence, intensité et durée, se fait à travers plusieurs milieux successifs : le support, l'objet, le microscope et enfin le spectromètre analyseur.

La réception de ces radiations nécessite des dispositifs très différents selon les radiations employées et les mesures envisagées : bolométriques dans l'I.R., photoélectriques dans le visible, photographiques dans l'U.V.

Le dépouillement des résultats est souvent laborieux, nécessitant une constante référence aux données des opérations témoins.

C'est surtout la spectrométrie d'absorption qui a été utilisée et qui semble la plus riche en possibilités. L'étude dans l'U.V. des nucléoprotéines, et de la chromatine en particulier, a pu ainsi être poussée très loin (Caspersson). La spectrométrie d'émission consistante à faire éclater une étincelle à haute-fréquence en un point du tissu préalablement repéré avec précision et à analyser le spectre caractéristique émis, a eu un emploi exclusivement limité à l'étude des éléments minéraux (Policard).

La spectrométrie de fluorescence, consistant à déterminer une émission de lumière dans certaines substances en les éclairant au moyen d'une radiation convenable, pourrait être considérée comme un cas particulier de la spectrographie d'émission. Il y a bien des res-

trictions à cette méthode : d'abord pour être qualifiable de fluorescente, la lumière émise doit avoir vis-à-vis de la lumière excitatrice une répartition spectrale indépendante de sa fréquence, une intensité proportionnelle et une durée égale à la sienne ; ensuite cette fluorescence ne peut avoir de valeur véritablement histochimique que si elle fait appel à la fluorescence primaire des substances et non pas à une fluorescence secondaire à l'imprégnation par des fluorochromes, aussi électifs soient-ils. Cette méthode est actuellement limitée à l'étude de lipides (cholestérides), de pigments (porphyrines caroténoïdes, flavines, thiochromes), d'alcaloïdes, de carbones cancérigènes (Derrien, Dhéré, Turchini).

Quant à la spectrométrie aux R.X., elle est beaucoup plus particulière. Les méthodes d'absorption apparaissent extrêmement précieuses, car cette analyse reste indépendante de la forme et de l'état sous lesquels se trouvent les éléments à étudier ; que le tissu soit fixé, frais ou sec, entier, inclus, pulvérisé ou dissous, homogène ou hétérogène, on peut en entreprendre l'analyse élémentaire qualitative et quantitative, à la seule condition que le nombre atomique des éléments soit au minimum de 6. Cette méthode paraît plus fine encore que la spectrométrie d'émission (Engström - Lindström). Pour ce qui est de l' « historadiographie », elle n'avait pas un but quantitatif, mais seulement localisateur (Lamarque, Turchini), elle était en somme une microradiographie des coupes histologiques, mais elle annonçait déjà la méthode analytique.

Les méthodes de diffraction rœntgénographiques n'ont pas encore été exploitées assez largement semble-t-il par l'Histochimie. Elles représenteraient pourtant un moyen d'atteindre à un degré supérieur de connaissance : celui de la structure moléculaire de la matière vivante *in situ*. Les études n'ont guère porté jusqu'à présent que sur la kératine du cheveu, l'émail de la dent, l'os, le nerf et divers calculs. Elles nécessitent de nombreuses et difficiles adaptations des techniques cristallographiques aux exigences de l'Histologie (Engström).

Dans l'ensemble, au contraire des méthodes chimiques dont on aperçoit actuellement surtout les limites, les méthodes optiques laissent entrevoir surtout des possibilités, et elles sont immenses. Des progrès sont déjà en perspective avec l'emploi de microscopes à réflexion, l'emploi de radiations polarisées, en constraste, en interférence...

Les moyens radio-actifs, essentiellement l' « histo-auto-radiographie », permettent de mettre en évidence sur une coupe histologique la localisation d'une substance par l'intermédiaire de l'impression photographique due aux radiations qu'elle émet. C'est la

méthode de choix quand la localisation d'une substance est plus importante à connaître que la forme sous laquelle elle se trouve, ou quand celle-ci est déjà connue ou connaissable par ailleurs.

On fait appel ici aux radio-isotopes : les ions radio-actifs s'interchangeant avec les ions non radio-actifs du même élément peuvent s'incorporer dans les molécules les plus complexes et s'y maintenir au cours de leurs migrations ou transformations ; cela permet de les suivre à la trace sans perturber les phénomènes biologiques. Cette radio-activité diluée n'a aucun effet sur la matière vivante dans certaines limites maintenant connues : on peut donc repérer ainsi non seulement une localisation en soi, mais encore le siège d'un anabolisme ou d'un catabolisme.

Deux ordres de préoccupations doivent dominer dans ces travaux : c'est d'abord la période du radio-isotope employé, période qui peut être déjà très entamée par le temps expérimental préliminaire et qui doit être ménagée autant que faire se peut durant la suite des opérations histologiques pour donner lieu à une radio-activité encore suffisante au moment où l'on arrivera au temps photographique ; c'est ensuite la forme chimique du radio-isotope employé qui, s'il n'est pas intégralement fixé, risque d'être encore à l'état dissous ou soluble (donc éminemment diffusible au cours des diverses opérations) auxquels cas deux risques aussi graves seraient inévitables, ou bien la diffusion hors des tissus, ou bien la diffusion dans les tissus, faisant perdre l'une comme l'autre toute certitude topographique, risques plus fâcheux encore ici que dans l'étude par les moyens chimiques, car les plus faibles quantités sont émettrices de radiations qui peuvent fausser tous les résultats.

La méthode histo-autoradiographique consiste, techniquement, à superposer une émulsion photographique à la préparation histologique radio-active (Lacassagne et Lattès). Après exposition convenable, développement de l'émulsion photographique et coloration de la préparation histologique, on peut voir selon le procédé utilisé soit un noircissement global représentant la totalité des trajectoires particulaires, soit des traces individuelles de ces particules elles-mêmes dans l'émulsion — dans ce cas, en remontant à leur origine, on peut obtenir des localisations très précises. Actuellement, on cherche à avoir en vision simultanée les deux images, photographique et histologique, de façon à assurer un repérage plus aisé (Leblond et Bélanger). Divers artifices sont en usage : badigeonnage, accolement, immersion de la préparation histologique au moyen de l'émulsion photographique.

Cette méthode est susceptible de quantification, soit par numération des trajectoires particulaires, soit par évaluation des densités optiques.

Voilà en quoi consiste la tendance micro-anatomique de l'Histochimie, tendance avant tout conservatrice et localisatrice. Le bilan des résultats ainsi acquis est des plus considérable, il serait vain d'en vouloir faire ici le point tant ils sont nombreux et divers...

Mais il subsiste beaucoup de difficultés pour ne pas dire d'impossibilités : l'idéal de l'Histochimie ne pourrait apparemment être atteint par cette unique voie ; c'est ainsi qu'on a pensé pouvoir prendre le détour de la micro-analyse pour parvenir à une connaissance plus exacte et plus précise sans doute du point de vue chimique — moins précise et moins exacte peut-être du point de vue histologique — des relations entre les éléments de la matière vivante.

La tendance microanalytique de l'Histochimie est établie sur des procédés de séparation très particuliers. Au lieu de recourir à des destructions diverses, on y utilise des procédés mécaniques : micro-dissection, ultra-centrifugation, ultra-pression ; l'on obtient ainsi soit des groupements cellulaires homogènes, soit des organites cellulaires (noyaux, mitochondries, etc...) à l'état de pureté, qui se prêtent alors à une étude micro-analytique quantitative comme qualitative.

On utilise un matériel capillaire calibré et étalonné avec soin, spécialement adapté à des techniques micro-titrimétriques, -dilatométriques, -colorimétriques, -polarographiques, etc... Les récipients sont d'une contenance de l'ordre de 0,7 à 1 μ l ; tous transvasements, causes de pertes, sont réduits au minimum, et une précision comprise entre 0,3 et 2 p. 100 est courante dans la plupart des dosages.

Ces techniques sont évidemment fort minutieuses et nécessitent de la part des opérateurs une discipline et un entraînement des plus poussés.

La difficulté de base est dans l'évaluation de la prise d'essai : la quantité est souvent infime, la densité est ordinairement inconnue, l'hydratation est toujours indéfinie — si bien que l'on s'exprimera plutôt en grammes par unité de volume qu'en grammes p. 100 de masse sèche. On utilise des microbalances de torsion à fil de quartz ; pour les quantités les plus faibles, il existe des procédés rœntgenographiques ou interférométriques permettant d'évaluer jusqu'au poids d'un seul élément cellulaire !

Dans l'ensemble, il s'agit de techniques micro-analytiques adaptées : il n'y a pas en réalité de problèmes techniquement différents de ceux traités en Biochimie, aussi ne s'y étendra-t-on pas davantage sous peine d'avoir à reprendre toute l'analyse biochimique...

Le raccordement avec la morphologie, s'il n'a pas pu être assuré correctement d'emblée par des séparations différentielles, peut être obtenu par des opérations statistiques en comparant les données micro-analytiques et micro-anatomiques : par exemple, dans une série de coupes d'épaisseur rigoureusement constante, on soumet à l'analyse une coupe sur deux, l'autre étant regardée au microscope après coloration classique ; le nombre de cellules de tels et tels types est soigneusement compté sur plusieurs séries de profondeur croissante, et l'on établit une courbe de répartition de ces cellules en fonction de leur profondeur, on obtient ainsi la densité de population de chaque type cellulaire envisagé ; de même, pour les coupes intermédiaires, soumises à l'analyse, on établit une courbe de répartition de la substance que l'on étudie ; puis les deux courbes sont confrontées et l'on voit ainsi avec quel type de cellules coïncident les résultats analytiques. Ce procédé est surtout utile en enzymologie (Lindström - Lang, Holter).

L'Histochimie semblerait-elle se confondre avec la Biochimie ?

Techniquement, cela n'est pas douteux, mais la position de l'histochimiste analytique est toute différente de celle du biochimiste : son but n'est pas la substance en soi, et encore moins ses propriétés ou transformations. Certes, il a à en connaître pour les utiliser au mieux, mais il n'a pas à entreprendre leurs études systématiques : il ne veut que localiser dans l'espace ou situer dans le temps et cela, idéalement, par rapport à l'unité cellulaire. L'échelle et l'objet de ses préoccupations sont donc fondamentalement distincts de ceux du biochimiste.

*
**

Si l'on entreprend de comparer ces deux tendances, micro-anatomique et micro-analytique, on serait enclin à penser qu'elles n'ont aucune parenté *a priori*. Seul un objectif commun peut les tenir unies — de fait, malgré cette dualité d'aspect, l'Histochimie reste bien un Tout. Ses deux tendances se complètent et s'harmonisent parfaitement, car l'on peut dire que si l'une (la micro-analytique) est plus quantitative et plus fonctionnelle et s'adresse plus aux tissus, l'autre (la micro-anatomique) est plus topographique et plus formelle et s'adresse plus aux cellules. Ainsi la conjonction des deux permet-elle de mieux atteindre à la connaissance de la constitution et du fonctionnement cellulaires.

Les buts finaux de l'Histochimie sont en effet de définir les relations entre les éléments de la matière vivante et de déterminer les rapports entre constitution et fonctionnement, et cela de façon aussi quantitative que possible.

Jusqu'à présent, les études ont porté un peu dans tous les domaines, peut-être plus en étendue qu'en profondeur, comme en un tour d'horizon des possibilités techniques. Mais l'intégration à la Biologie va croissant : l'Histochimie n'est plus seulement une science d'observation, elle est également une science d'expérimentation — que ce soit à l'échelon de l'animal entier, de l'organe en survie, du tissu en culture, elle cherche partout et toujours des correspondances entre le formel et le fonctionnel, voie dans laquelle les radio-isotopes lui apportent une nouvelle puissance d'investigation.

Le domaine de l'application clinique s'ouvre aussi à l'Histochimie, le cyto-diagnostic des cancers se répand de plus en plus et se perfectionnera sans doute par l'emploi de techniques plus compositionnelles et structurales qu'elles ne sont encore.

Ainsi cette conception moderne de l'Histologie, lentement élaborée au cours d'un siècle et demi, permettra de pénétrer plus avant dans la compréhension de la Biologie cellulaire, physiologique comme pathologique.

En un moment où la Biologie tend à devenir Physique, l'Histochimie préfigure une manière de trait d'union entre l'Atome et l'Organisme : l'Histologie, loin d'être une science achevée, se montre ainsi en pleine expansion.

P. F. CECCALDI.

RÉFÉRENCES

Revues et ouvrages d'ensemble :

Baker. — Cytology and Cell Physiology. — Clarendon Press. Oxford, 1942.

Brachet. — Embryologie chimique. — Masson-Desoer, Paris-Liége, 1944.

Bradfield. — The localization of enzymes in cells. — *Biol. Rev.*, 1950, 25, 1, 113-57.

Caspersson. — Methods for the determination of the absorption spectra of cell structures. — *J. Roy. Microsc. Soc.*, 1940, 60, 8-25.

Chèvremont. — Evolution de l'Histologie. Ses tendances actuelles et ses principales méthodes. — *Rev. Méd. Liége*, 1946, 1, 189-97.

Danielli. — Cytochemistry : critical approach. — Wiley, N.-Y., 1952.

Dempsey, Wislocki. — Histochemical contribution to Physiology. — *Physiol. Rev.*, 1946, 26, 1-27.

Dhéré. — La spectrographie de fluorescence dans l'étude des produits biologiques. *Fortschs. Chem. Org. Naturstoffe*, 1939, 2, 301-41.

Engström. — Quantitative micro- and histo-chemical elementary analysis by rœntgen-absorption-spectrography. — *Acta Radiol.*, 1946, sup. 63.

Gersh. — Recent developments in Histochemistry. — *Physiol. Rev.*, 1941, 21, 2, 242-66.

GLICK. — Techniques of Histo- and Cyto-chemistry. — Interscience Pub., New-York-London, 1949.

GOMORI. — Microscopic Histochemistry. Principles and Practice. — Un. Chicago Pr., 1952.

GROSS, BOGOROCH, NADLER, LEBLOND. — The theory and methods of the autoradiographic localization of radioelements in tissue. — *Am. J. Rœntgen. Rad. Ther.*, 1951, 65, 420.

HOLTER, LINDELSTRÖM - LANGJ. — Micromethods and their application in the study of enzyme distribution in tissues and cells. *Physiol. Rev.*, 1951, 31, 4, 432-48.

LINDERSTRÖM, LAND, HOLTER. — Die enzymetische Histochemie. — Baman, Myrbäck : Die Methoden der Fermentforschung. — Leipzig, 1940, 1132, 62.

LISON. — Histochimie et Cytochimie animale. — Gauthier-Villars, Paris, 1953.

PETEY. — Histospectrographie. — Presses de Trévoux, 1933.

POLICARD, MOREL. — Application de la spectrographie d'émission aux problèmes histochimiques. — *Bull. Hist. Appl. Physiol. et Pathol., Techn. Micr.*, 1932, 9, 57-68.

POLICARD, OKKELS. — Die Mikroveraschung (Mikrospodographie) als histochemische Hilfsmethode. — Abderhalden : Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. — Berlin, 1931, 5, 1815-28.

POLLISTER, HIMES, ORNSTEIN. — Localization of substances in cells. — *Fed. Proc. U.S.A.*, 1951, 103, 629-39.

PRENANT. — L'Histochimie. — *Rev. Gén. Sc.*, 1921, 32, 581.

SCHMIDT. — Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Licht. — Abderhalden Hdb. : 1929, 5, 2, 1337 et 1835.

TURCHINI, LAMARQUE. — Les progrès accomplis en Historadiographie. — *Languedoc méd.*, 12, 12, 1938.

VERNE. — Histologie expérimentale. — *Somme de Méd. contemp.* — Diane Française, 1951, 1, 254-68.

LES LIVRES REÇUS (suite)

MOTT (V. F.). — Eléments de Mécanique ondulatoire (adaptation française de Y. Cauchois) (Ed. de la Revue d'Optique, Paris).

PER-OLOF KINELL. — A Spectrophotometric Study of Polyméthyl Methacrylate (Almqvist et Niksells, Uppsala).

POLONOVSKY (Michel). — Exposés annuels de Biochimie médicale, 14e série (Masson, Paris). 2.200 francs.

RIBAUD (G.). — Constantes thermodynamiques des gaz aux températures élevées (Publ. Scient. et Techniques du Ministère de l'Air). 1.500 francs.

ROULLEAU (J.) et TRONCHON (R.). — Météorologie générale. Tome I : Structure verticale de l'atmosphère. L'Atmosphère et les phénomènes de rayonnement (Gauthier-Villars, Paris). 1.000 francs.

SMITH (C. J.). — A General Degree Physics. I. The general Properties of Matter (Ed. Arnold and C°, Londres). 50 shillings.

VERNOTTE (Pierre). — Les principes physiques de la formation des lois expérimentales. Conséquences pour la Philosophie des Sciences (Publ. Scient. et Techniques du Ministère de l'Air). 1.800 francs.

WIENER (Norbert). — Cybernétique et Société (Edition des Deux Rives, Paris). 650 francs.

Annales Hydrographiques, 4e série, tome second, année 1951.

Deuxième Colloque de Géométrie algébrique, Liége 1952 (Thone, à Liége et Masson, Paris). 2.625 francs.

LES ERREURS SCIENTIFIQUES DES LITTÉRATEURS

par M. Pierre HUMBERT

Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier,
Membre de l'Académie internationale d'Histoire des Sciences

On s'est souvent moqué des erreurs, légères ou lourdes, commises par les écrivains dans le domaine historique ou géographique : par exemple, Victor Hugo écrivant dans *Aymerillot*,

Tu rêves, dit le roi, comme un clerc en Sorbonne,

ceci dans la bouche de Charlemagne, alors que Robert Sorbon, qui a donné son nom à la Sorbonne, était contemporain de Saint Louis. Ou le même Victor Hugo, dans *Première rencontre du Christ avec le tombeau*,

Or, de Jérusalem, où Salomon mit l'arche,
Pour gagner Béthanie, il faut trois jours de marche

alors que la distance de Jérusalem à Béthanie atteint à peine trois kilomètres. Et encore Gaston Boissier, décrivant les soldats de Jugurtha cachés derrière une haie de cactus : on sait pourtant que cette plante grasse, originaire d'Amérique, n'a envahi l'Afrique que de nombreux siècles après les guerres puniques.

Il est évident que les erreurs scientifiques doivent être assez nombreuses chez les littérateurs, qui, sauf exceptions, sont en général insuffisamment instruits des choses de science. Je voudrais vous en exposer quelques-unes, prises chez des auteurs modernes ou contemporains, dans le seul dessein, non certes de railler méchamment les hommes de lettres, mais de divertir un peu une assemblée en majorité scientifique. Je m'excuse aussi de devoir vous parler surtout des erreurs astronomiques : ce sont sans doute les plus fréquentes, car, par notre position même dans le monde et dans l'espace, environnés que nous sommes d'astres qui font partie intégrante de notre horizon habituel, et qui jouent un rôle important dans notre vie de tous les jours, nous sommes pour ainsi dire condamnés à faire, à chaque instant, un peu d'astronomie, et le littérateur est forcément quelque peu astronome lorsqu'il décrit un paysage éclairé par la lune, ou lorsque les mots soleil, planètes, étoiles, viennent sous sa plume : malheur à lui s'il se trompe et s'il entasse, parlant de choses qu'il

connaît peu, des erreurs qui resteront en général totalement insoupçonnées du lecteur profane, mais qui sauteront aux yeux du spécialiste. Vous me permettrez d'ajouter que c'est, à cause de ma formation, surtout dans ce domaine que je puis déceler ces erreurs, parfois peu évidentes. Mais je me permettrai aussi quelques incursions vers des sciences voisines de l'astronomie.

Quelques-uns des exemples que je citerai sont pour ainsi dire classiques ; mais beaucoup d'autres sont très peu connus ou même inédits. Pour donner à ce bavardage un semblant d'ordre — nous examinerons successivement ce qui a trait aux étoiles — aux planètes, à la lune, au soleil, et au calendrier.

En général, lorsqu'on parle des étoiles, on reste heureusement dans le vague, on se contente de citer quelques noms connus, les Ourses, Sirius, les Pléiades, la voie lactée, sans préciser l'heure ou la direction, de sorte que rien ne peut conduire à une erreur. Il est cependant très facile de se tromper, même sur ce sujet si simple, ainsi Balzac, dans une petite nouvelle insérée dans ses *Croquis et Fantaisies*, ne craint pas d'écrire : « La nuit était sereine et brillante : je cherchai l'étoile de Sirius : elle était plus rouge que les autres », alors que Sirius est une étoile remarquable par sa couleur blanche. Et Léon Bloy, dans le *Sang du Pauvre*, affirme que « La constellation du Petit Chien est dans l'hémisphère austral », ce qui est inexact. Quant à M. François Mauriac, dans la *Robe Prétexte*, « Camille s'asseyait près de moi : je savais montrer à mon amie, dans la constellation du Cygne, cette Véga dont nous aimions penser qu'elle était notre étoile ». Mais Véga n'est pas dans le Cygne, c'est la plus belle étoile de la Lyre.

Voici une erreur d'un autre genre. Dans un roman assez connu, intitulé *Mademoiselle Dax, jeune fille*, et dû à M. Claude Farrère, de l'Académie Française, l'erreur est assez curieuse. Deux amoureux sortent du Casino de Monte-Carlo, où ils ont passé la soirée à jouer à la roulette, et se promènent sur la terrasse qui domine la mer. « Dans le firmament absolument pur, nous dit l'auteur, dix mille constellations étincelaient. » Dix mille ! c'est vraiment beaucoup. Une constellation, c'est un de ces groupements artificiels comprenant un certain nombre d'étoiles brillantes et voisines sur la sphère céleste, entre lesquels les astronomes ont, depuis l'antiquité, partagé le ciel entier, et que nous avons hérités des Grecs, non sans y ajouter quelques unités nouvelles. Or, si nous consultons, dans un quelconque ouvrage, la liste de ces constellations, nous verrons que leur nombre est d'exactement quatre-vingt-huit, et ce, pour la sphère céleste tout entière, les deux hémisphères boréal et austral, de sorte qu'il est impossible de voir, même par un firmament absolument pur,

beaucoup plus d'une quarantaine de constellations. Nous voilà loin des dix mille de M. Farrère. Mais, dira-t-on, c'est probablement un simple lapsus : l'auteur aura voulu écrire : « Dix mille étoiles étincelaient. » Admettons-le : c'est encore un peu trop. Si nous laissons de côté l'agglomération lumineuse qui forme la Voie Lactée, et dont l'œil ne peut séparer les constituantes, le nombre des étoiles visibles à l'œil nu, jusqu'à la sixième magnitude et demie, c'est-à-dire de celles qu'on peut voir briller dans un firmament absolument pur, est exactement de 7.108, toujours dans les deux hémisphères. Or, un observateur ne voit que la moitié de la voûte céleste, et encore les irrégularités de l'horizon, les montagnes, les maisons voisines lui en cachent une bonne partie : de sorte que le nombre des étoiles visibles à l'œil nu au-dessus de nos têtes n'atteint pas 3.000. Et ce sont là pourtant des choses que M. Claude Farrère, ancien officier de marine, devrait savoir, car l'astronomie est enseignée à l'Ecole Navale.

Mais la chose peut devenir plus grave si l'on a la mauvaise idée de signaler une direction précise ou un lieu particulier. Un de mes correspondants m'a affirmé — mais je ne rapporte le fait que sous toutes réserves, n'ayant pas eu le courage de chercher à le vérifier personnellement — que, dans un de ses innombrables romans d'aventures où il se montre l'émule de Fenimore Cooper, l'écrivain Gustave Aymard montre des fugitifs, traqués par les Indiens dans les pampas de l'Argentine, s'orientant pendant la nuit sur l'étoile polaire, invisible, bien entendu, de ces latitudes australes. Je veux espérer que l'on m'a trompé. Cependant, dans un roman, d'ailleurs estimable, de René Bazin, les *Noellet*, un jeune paysan vendéen a la louable habitude, la nuit, de regarder les étoiles par la cheminée de sa cabane. Il les connaît par leurs noms, certaines lui plaisent plus que d'autres : ses préférées, ce sont les trois étoiles du Caudrier d'Orion — celles que, dans les campagnes, on appelle les Trois Rois. Or, la constellation d'Orion, à cheval sur l'équateur céleste, ne s'élève jamais, en France, à plus d'environ 45° au-dessus de l'horizon. Il faut donc admettre que, d'après René Bazin, de l'Académie Française, que les tuyaux de cheminée, en Vendée, au lieu d'être verticaux comme dans le reste de la France, sont inclinés à 45° sur l'horizon.

Si nous passons aux planètes, la difficulté croît, et c'est là qu'il faut signaler cette célèbre erreur, devenue absolument classique, touchant le lever ou le coucher de Vénus. Vénus, vous le savez, planète inférieure, gravitant entre le Soleil et la Terre, est toujours pour nous assez voisine du Soleil, l'accompagnant dans sa course journalière, soit en le précédant, soit en le suivant de près. Dans ce

dernier cas, lorsque le Soleil vient de se coucher, Vénus, qui n'a pas encore disparu sous l'horizon, devient visible à la faveur du crépuscule, pour peu de temps d'ailleurs, car elle va bientôt se coucher elle aussi. Lors donç que nous admirons la belle planète que nous appelons l'étoile du soir, c'est au moment de son coucher, quand elle décline vers l'horizon, et non de son lever. Et pourtant, qui de nous ne connaît la célèbre méditation de Lamartine, intitulée *Le Soir*,

Le soir ramène le silence...

qui contient ce vers :

Vénus se lève à l'horizon.

On a si souvent cité cette erreur comme type de bévue astronomique, que l'on s'étonne de voir des écrivains la commettre encore. Cependant, Anatole France lui-même, dans un chœur nuptial des *Noces corinthiennes* :

Hymen, hymen aux beaux flancs ;
Hesperus se lève
Viens, la nuit est brève,
Hâte tes pieds blancs.

Et Raymond de la Tailhède, dans des vers d'ailleurs admirables, *Sur le Tombeau de Jules Tellier* :

Nous qui sommes venus vers l'Europe natale,
Etonnants voyageurs de pays inconnus,
Au *soir* tombant de la lumière occidentale,
Tandis que *s'élevait* la planète Vénus.

Enfin, M. Pierre Dominique, dans une nouvelle publiée par les *Œuvres libres*, oublie encore que Vénus se couche le soir, et, par conséquent, se trouve sensiblement à l'ouest :

Le soir de ce jour affreux, elle prenait l'air à sa fenêtre. Le ciel déjà était sombre. Vers le Sud-Est brillait Vénus étincelante...

Autre sorte d'erreur sur les planètes, assez curieuse, dans un roman contemporain. Il s'agit de cet épais volume, sur lequel on a pas mal discuté, et qui a été récemment adapté à l'écran, *Ambre*, de Kathleen Winsor. La scène se passe en 1660. L'héroïne de l'ouvrage va consulter un astrologue londonien, qui, après avoir établi son horoscope de naissance, où Mars voisine avec Vénus, termine en disant : « Aucun homme ne pourra vous résister, à cause de l'aspect sextile de Vénus avec Uranus et Neptune. » Mais tout le monde sait, ou devrait savoir, qu'Uranus a été découvert en 1781 par Herschel, et Neptune en 1846 par Leverrier : s'il les incluait

déjà dans ses horoscopes, l'astrologue de 1660 était vraiment précurseur !

La Lune, dont nous allons nous occuper à présent, est l'écueil des peintres. Combien la représentent à l'envers ! Combien en voit-on, de ces couchers de soleil, où le croissant lunaire, au lieu de tourner sa convexité du côté où doit se trouver le soleil (même sous l'horizon), ce qui se doit, puisque c'est le soleil qui l'éclaire, tourne vers lui sa concavité ! Mais ces erreurs artistiques demanderaient une étude spéciale, et nous reviendrons aux littérateurs. Ceux-ci, autant que les peintres, aiment à nous décrire des paysages sous la clarté lunaire. Ils ont raison : cela augmente le pittoresque. C'était bien l'avis de Chateaubriand, qui écrivait, dans une lettre à Joubert : « Un croissant de lune apparaît juste à point dans un coin du paysage, mais s'il n'y était pas, je l'ajouterais, parce que cela fait bien. »

Mais alors, emportés par leur désir d'agrémenter leur description, ne sont-ils pas exposés à mettre la lune là où elle n'était pas, là même où elle ne pouvait pas être ? S'ils ont le malheur de fixer une date, de donner une heure, ne verront-ils pas surgir parfois un astronome mal intentionné et impitoyable, qui, calendrier en main, leur criera : « Erreur : à la date que vous dites, à l'heure que vous dites, il n'y avait pas de lune ! Elle fait bien, sans doute, dans votre paysage : mais le fait est qu'elle n'y était pas. »

Un exemple, assez connu, et qui a été signalé naguère par l'astronome Boquet, de l'Observatoire de Paris, est précisément emprunté à Chateaubriand, et l'intéressant est que l'erreur est facile à constater, même sans recourir à un annuaire ou un calendrier. Il s'agit d'un passage célèbre, l'un des plus beaux du *Génie du Christianisme*, où sont dépeintes la fête et la procession des Rogations. Relisons-en ensemble la conclusion : « Pour bien achever un jour si saintement commencé, les anciens du village viennent, à l'entrée de la nuit, converser avec le curé qui prend son repas du soir sous les peupliers de sa cour. La lune répand alors les dernières harmonies sur cette fête, que ramène chaque année le mois le plus doux et le cours de l'astre le plus mystérieux. »

Réfléchissons un peu. Les Rogations sont fixées aux lundi, mardi et mercredi qui précèdent le Jeudi de l'Ascension. Or l'Ascension est le trente-neuvième jour après Pâques, donc les Rogations sont du trente-sixième au trente-huitième après Pâques. Mais Pâques, vous le savez, dépend étroitement de la Lune : c'est le dimanche qui suit la pleine lune tombant après l'équinoxe de printemps, 21 mars. Pâques tombe donc de 1 à 7 jours après la pleine lune, et les Rogations de 37 à 45 jours après cette lune pascale.

Mais, dans l'intervalle, 29 à 30 jours après la pleine lune dont nous parlons, il y a eu une autre pleine lune, celle de fin avril ou début mai. Donc, en retirant 29 ou 30 de 37 à 45, on trouve que les Rogations sont, suivant les années, de 7 à 15 jours après une pleine lune. Mais, 7 jours après une pleine lune, c'est le dernier quartier, et 15 jours après, c'est la nouvelle lune. Les Rogations tombent donc toujours entre dernier quartier et nouvelle lune, c'est-à-dire quand la lune se lève entre minuit et six heures du matin. Le dîner au clair de lune du curé est donc à un heure bien insolite, et les anciens du village devraient être depuis longtemps couchés.

Voici un autre exemple où l'erreur est aussi facilement visible. Ouvrons le livre deuxième des *Misérables*, intitulé « La chute », au chapitre premier. Je cite :

« Dans les premiers jours du mois d'octobre 1815, une heure environ avant le coucher du soleil, un homme qui voyageait à pied entrait dans la petite ville de Digne. »

Nous reconnaissons ce chemineau. C'est Jean Valjean, que Victor Hugo, dans les chapitres suivants, va nous montrer, repoussé de toutes les auberges, demandant l'hospitalité à Mgr Myriel, qui le reçoit de la façon que l'on sait. Au chapitre X, Jean Valjean, endormi dans le trop bon lit que lui a préparé la gouvernante de l'évêque, s'éveille, et, vous vous en souvenez, songe à voler les chandeliers d'argent. Je cite de nouveau.

« Il se leva debout, hésita encore un moment, et écouta. Tout se taisait dans la maison ; alors il marcha droit et à petits pas vers la fenêtre qu'il entrevoyait. La nuit n'était pas très obscure : c'était une pleine lune sur laquelle couraient de larges nuées chassées par le vent. »

Arrêtons-nous : nous en savons assez. D'après Hugo, il y avait donc pleine lune dans les premiers jours d'octobre 1815.

Maintenant, sautons au livre premier de la seconde partie, le récit de la bataille de Waterloo. Chapitre XIX : le champ de bataille, la nuit. Deuxième phrase : « Le 18 juin 1815, c'était pleine lune. » Or, d'un mois à l'autre, la date de la pleine lune avance d'un jour en moyenne ; donc, de juin à octobre, quatre jours. Si c'était pleine lune le 18 juin, ce l'était le 14 octobre, et non pas dans les premiers jours d'octobre. L'erreur est manifeste : elle provient simplement de ceci : la pleine lune de Waterloo, c'est de l'histoire ; celle de Digne, c'est du roman, et Hugo n'a pas songé à mettre sur ce point roman et histoire en harmonie.

Lorsque l'erreur demande, pour être décelée, la consultation de la Connaissance des Temps ou de l'Annuaire du Bureau des Longi-

tudes, elle est, bien sûr, moins apparente : mais elle n'est pas absente, et, dans ce domaine, nous n'aurons que l'embarras du choix.

Dans les *Mémoires d'un Touriste*, où il décrit la France, tout en critiquant les coutumes de ses habitants, Stendhal traverse Nîmes et va visiter les plus beaux monuments romains de la région. Le voici au Pont du Gard. Il met la date tout au long, l'imprudent ! et son récit commence ainsi :

« Le 3 août 1837. — Ecrit à l'ombre sous une arcade du Pont du Gard. J'ai profité de la nuit et d'un clair de lune magnifique pour faire les cinq lieues qui séparent Nîmes du Pont du Gard. »

Pauvre Stendhal ! Le fait est certain : tandis que vous rouliez vers le Pont du Gard, au milieu des oliviers, le 3 août 1837, par un clair de lune magnifique — c'était précisément la nouvelle lune !

Et l'histoire du Prussien de Bélisaire ! Elle est d'Alphonse Daudet, dans les *Contes du Lundi*. Bélisaire, un ouvrier parisien, pouvant sortir de Paris pour la première fois après le siège, le lendemain de l'armistice, donc 29 janvier 1871, veut aller voir si une baraque qu'il possède en banlieue, à Villeneuve-Saint-Georges, n'a pas trop souffert pendant l'investissement. Il la trouve occupée par un Prussien, le tue, et cache le cadavre. Le soir même, il retourne à la baraque afin de faire disparaître le corps ; il attend que tout le monde soit endormi, et en particulier les soldats ennemis, puis sort prudemment avec le cadavre sur son dos, et va le jeter dans la Seine. « Voilà, dit-il, qu'au milieu du quai, je sens quelqu'un qui marche derrière moi. Je me retourne : personne. C'était la lune qui se levait. » Evidemment, la scène se passe en pleine nuit : et cependant, le 29 janvier 1871, la lune se levait à 11 h. 37 du matin.

D'autres erreurs proviennent, non de l'absence de la lune au jour signalé, mais de sa position. Victor Hugo, dans *Notre-Dame de Paris*, nous montre Claude Frollo errant dans Paris, tout enfiévré de son amour pour Esmeralda. « Le soleil, lisons-nous, était couché derrière la haute Tour de Nesle. C'était l'instant du crépuscule. » Et quelques lignes plus loin, arrivant devant Notre-Dame, Claude Frollo s'arrête : « La façade était sombre, le ciel derrière étincelait d'étoiles. Le croissant de la lune, qui venait de s'envoler de l'horizon, était arrêté en ce moment au sommet de la tour de droite. »

Eh non ! le croissant ne venait pas de s'envoler de l'horizon : le soir, le croissant lunaire est près de se coucher : il décline donc vers l'horizon.

Quant à Maurice Donnay, dans un ouvrage intitulé *L'esprit français*, il a le tort de se lancer dans une description lyrique : « Nous contemplâmes le coucher du soleil. Il sembla qu'à l'Occident

des métaux entraient en fusion, puis se refroidissaient rapidement jusqu'à prendre une uniforme teinte orangée, tandis que, du côté opposé, dans un ciel d'un bleu pâle et comme exténué, un mince croissant de lune apparaissait. » Que dites-vous de ce croissant qui, au crépuscule, apparaît à l'Est ? Il suffirait pourtant de savoir regarder pour éviter une telle erreur : l'auteur ne l'a point fait.

Mais il y a quelqu'un à qui l'on ne peut faire pareil reproche, car il nous dit que très souvent, et même chaque jour, il lève les yeux vers le ciel pour contempler la lune : c'est Alfred de Musset.

Moi-même, chaque soir
Que fais-je,
Venant ici m'asseoir ?
Je viens voir à la brune
Sur le clocher jauni,
La Lune,
Comme un point sur un i.

Représentons-nous donc Alfred de Musset, assis sur un banc, à la brune, c'est-à-dire à l'heure où la nuit commence à tomber. De là, il voit, au premier plan, le clocher, et, au-dessus, la lune qui brille. Et maintenant, puisqu'il y vient chaque soir, regardons-le le lendemain : il est revenu, à la même heure, où du moins très sensiblement, car l'heure de la tombée de la nuit ne varie que de quelques minutes, d'un jour à l'autre. Le voici sur le même banc, il voit toujours devant lui le clocher : mais il a beau dire, la lune n'est plus au rendez-vous. En effet, notre satellite se déplace rapidement parmi les constellations : si aujourd'hui la lune est près de telle étoile, elle n'y sera plus le lendemain : si ce soir elle paraît dans l'encadrement de ta fenêtre, demain elle n'y reviendra qu'une heure plus tard. Donc ce jour-là, la lune ne s'est montrée sur le clocher qu'une heure plus tard que la veille, alors que la nuit était tombée depuis longtemps. Cette observation poético-astronomique que Musset prétend faire chaque soir à la brune, il n'a pu la faire qu'une fois par mois, et jamais deux jours de suite.

Mais quoi ! Tout ceci n'est que peccadille, à côté de la lourde et surprenante erreur, très célèbre dans les pays britanniques, commise par le poète romantique anglais Samuel Taylor Coleridge, dans *The Rhyme of the Ancient Mariner*, poème que beaucoup de Français connaissent, car il a figuré longtemps aux programmes du baccalauréat. Sur le pont d'un navire en détresse, par une nuit tragique, un marin voit soudain les nuages se déchirer et paraître

The horned moon, with one bright star
Within the nether tip,

c'est-à-dire :

Le croissant de lune, avec une étoile brillante
A l'intérieur de la corne inférieure.

Une étoile à l'intérieur du croissant ! Malheureux Coleridge ! Ne savait-il pas qu'entre les cornes de la lune, il y a toujours quelque chose : le reste du globe lunaire. Comment a-t-il pu avoir l'idée d'y loger une étoile ? L'influence du drapeau turc, peut-être.

Donc, la lune est pour les écrivains, autant que pour les peintres, un sujet dangereux. Le soleil l'est peut-être un peu moins, il n'a pas cependant porté bonheur au romancier Louis Bertrand. Voulez-vous me permettre de vous emmener un instant dans ma bonne ville de Montpellier ? De cette belle promenade, ornée en son centre d'une statue de Louis XIV, et que l'on nomme le Peyrou, on jouit d'une vue célèbre et extrêmement étendue : au Sud, la Méditerranée ; au Sud-Ouest, par temps clair, le Canigou ; et au Nord, une belle crête montagneuse, très souvent couverte de neige, qui fait partie des Cévennes : c'est le Mont Aigoual, haut de 1.560 mètres. Au Nord, donc : ce qui n'a pas empêché Louis Bertrand, qui pourtant fut plusieurs années professeur au lycée de Montpellier, d'écrire dans *le Rival de Don Juan*, en décrivant le Peyrou : « Le soleil se couchait derrière l'Aigoual. » Ce coucher de soleil au Nord est assez réjouissant.

Dans *l'Homme aux rubans couleur de feu*, le même Louis Bertrand raconte qu'à Madrid, quelqu'un lui a remis un certain manuscrit : « Je sortis, dit-il ; il était près de sept heures : en ces premières semaines de mai, le soleil ne se couche pas de sitôt. » Il a donc pu encore lire, à la clarté du jour, le manuscrit en question. Eh bien, si : le soleil à Madrid, du 1er au 15 mai, se couche avant sept heures, Louis Bertrand n'a guère eu de temps pour lire ce manuscrit dans la rue.

Soyons donc précis en matière astronomique : mais, tout de même, trop de précision peut nuire. M. Joseph Delteil, dans sa fameuse *Jeanne d'Arc*, qui étonna et quelquefois scandalisa il y a une trentaine d'années, dépeint les sentiments qu'il prête à son héroïne le lendemain du sacre de Charles VII, donc le 18 juillet 1429. « Jeanne, dit-il, s'éveilla à 5 heures du matin : il faisait déjà clair : le 18 juillet, le soleil se lève à 4 heures 7. » Voilà une exactitude qui fait honneur à l'écrivain ; il a certainement cherché dans un calendrier, sans doute celui du facteur, et a trouvé qu'en effet, le 18 juillet, le soleil se lève à 4 heures 7. Sans doute : mais il a oublié que sa scène se passe en 1429, donc avant la réforme grégorienne du calendrier, qui est de 1582, et qu'entre les dates anciennes et celles

que lui donne son almanach du vingtième siècle, il y a un écart de treize jours.

Ceci nous amène aux fautes de chronologie. Rappellerons-nous le vers célèbre de Victor Hugo qui commence par ces mots :

Ce siècle avait deux ans...

Comme il s'agit de l'année de la naissance du poète, 1802, le siècle avait en réalité un an. Mais ceux d'entre nous qui sont nés au dix-neuvième siècle, peuvent se rappeler à quel point il était difficile, en 1900, de faire comprendre même à des gens intelligents — plus intelligents certainement que Victor Hugo, qui l'était peu — que le vingtième siècle commençait le 1er janvier 1901, et non le 1er janvier 1900 ; donc le poète n'a fait que suivre une opinion erronée, mais courante et générale, de sorte que, malgré tout, la faute est légère.

Nous en trouverons de plus importantes chez Edmond Rostand. Il semble que cet écrivain ait accumulé comme à plaisir les erreurs scientifiques, et pas seulement astronomiques. Dans *Cyrano de Bergerac*, on peut en dénombrer cinq.

Au second acte, erreur chimique. Cyrano, racontant sa rencontre avec la bande de truands qui en veulent à son ami Linières, dit s'être trouvé nez à nez

...avec cent braillards avinés
Qui puaient (à plein nez) l'oignon et la litharge.

Passe pour l'oignon ; mais la litharge est un oxyde de plomb parfaitement inodore.

Au troisième acte, erreur physique. Vous rappelez-vous l'expérience dite du diable rouge ? On fixe pendant quelque temps une petite silhouette, découpée dans du carton rouge et figurant un diablotin ; puis on porte brusquement son regard sur un plafond blanc, on y voit apparaître le diable, mais cette fois en vert, la couleur complémentaire. Or Cyrano, sous le balcon, déclare à Roxane :

J'ai tellement pris pour clarté ta chevelure
Que, comme lorsqu'on a trop fixé le soleil,
On voit sur toute chose ensuite un rond vermeil,
Sur tout, quand j'ai quitté les feux dont tu m'inondes,
Mon regard ébloui pose des taches blondes !

Ce qui, dans la bouche du savant physicien qu'était Cyrano, est inadmissible : les taches devraient être de couleur complémentaire du blond, c'est-à-dire violacées.

Au troisième acte encore, erreur astronomique, ou du moins sur l'histoire de l'astronomie. Dans la grande scène où Cyrano raconte à Guiche son voyage imaginaire dans la lune, on rencontre les vers suivants :

...Dans mon mollet, je rapporte une dent
De la grande ourse, et comme, en frôlant le Trident,
Je voulais éviter une de ses trois lances...

Mais jamais, en astronomie, il n'a existé de constellation appelée le Trident. S'agirait-il du Trident qui est le symbole de la planète Neptune ? La chose serait encore plus grave, puisque le dix-septième siècle ignorait cette planète, comme nous l'avons déjà dit. Mais, passons.

Voici le quatrième acte et une erreur sur l'histoire des sciences. En 1640, au siège d'Arras, Cyrano, à un certain moment, tire de sa poche un petit livre (c'est l'indication même de Rostand) en disant :

...Et moi, je lis Descartes.

Or Descartes, en 1640, n'avait encore publié que le Discours de la Méthode, avec ses annexes, Géométrie, Dioptrique et Météores, et il n'existait encore que l'édition de 1637, parue sous un assez grand format, 25 centimètres sur 10, bien impossible certainement à emporter dans une poche, surtout en campagne. Enfin, n'oublions pas que Cyrano — Rostand le dit lui-même au 3e acte — était disciple de Gassendi, et non de Descartes.

Enfin, au cinquième acte, une erreur de chronologie assez remarquable. C'est la mort de Cyrano, et nous avons, sur sa date, de très claires précisions. L'année est indiquée au début de l'argument de l'acte : 1655. Le mois est nommé aussi, dans une parole de Roxane :

Ah ! que ce dernier jour de septembre est donc beau !

Il est d'ailleurs évident que c'est l'automne, puisque les feuilles tombent sur le métier de Roxane. Quant au quantième et au jour de la semaine, nous les trouverons dans les deux vers dits, avant son agonie, par Cyrano lui-même :

Et samedi vingt-six, une heure avant dîné,
Monsieur de Bergerac est mort assassiné.

Donc le décès de Cyrano a eu lieu le samedi 26 septembre 1655. Mais le malheur est que ce jour-là était un dimanche. Rostand a oublié d'être prudent sur le chapitre du calendrier.

Sous quelle rubrique classerons-nous une petite erreur assez divertissante que je relève dans une de ces piècettes de circonstance

que, chaque année, la Comédie Française représente pour l'anniversaire de Molière ? Sous la rubrique d'histoire des sciences, sans doute. Il s'agit d'un acte intitulé *Molière et Scaramouche*, par deux auteurs de la fin du XIX^e^ siècle, Leloir et Gravollet. Le jeune Poquelin, dans la boutique de tapissier de son père, essaie de jouer une scène de comédie à laquelle il a assisté la veille, et, cherchant des accessoires, s'écrie :

Ce mètre à mesurer me servira d'épée !

Mais, malheureux ! Molière ignorait, naturellement, le système métrique. D'ailleurs, bien que le texte imprimé ait conservé cette faute, à la représentation, l'acteur disait :

Cette aune à mesurer...

et l'honneur était sauf.

Il faut savoir se borner. Voulez-vous que, pour clore cette revue, nous lisions quelques lignes du chapitre premier d'un roman dû à Madame Marcelle TINAYRE, et intitulé *La Vie amoureuse de François Barbazanges*. On y trouve un véritable compendium de toutes les erreurs astronomiques les plus courantes. Donc son héros naît à Tulle, le 27 juillet 1673, et son père, le conseiller Barbazanges, quelque peu frotté de science et féru d'astrologie, monte en son cabinet de physique pour dresser l'horoscope du nouveau-né. Il me semble, par ailleurs, avoir des idées fumeuses sur la façon de dresser un thème genéthliaque, mais là n'est pas la question. Ouvrant son livre de raison, il commence à écrire :

« Ce Samedy, vingt septiesme jour du mois de juillet, l'an mil six cent soixante treize, environ l'heure de neuf heures après midy, naquit François, mon premier enfant... La lune était vieille au dernier quartier. »

Et, quelques lignes auparavant, la romancière nous complétait le tableau céleste à cette heure :

« Vénus, qui s'était levée, nue comme une perle, sur la grève pourpre du couchant, commençait de descendre, effrayée par la face maléfique du vieux Saturne qui apparaissait de l'autre côté du ciel, entre les quatre étoiles du Capricorne. »

Or, 1° le 27 juillet 1673 était un jeudi, et non un samedi ;

2° le 27 juillet 1673, la lune était au premier quartier, et non au dernier ;

3° Vénus ne se lève pas au couchant ! Ces deux mots accouplés font hurler.

4° En 1673, Saturne était dans les Poissons, et non dans le Capricorne.

5° Enfin, cette constellation du Capricorne n'est pas spécialement caractérisée par quatre étoiles remarquables.

Voilà jusqu'où peut conduire, chez un écrivain expert dans son art, l'ignorance scientifique. Que serait-ce, si j'abordais la question des erreurs scientifiques dans les journaux ! Mais une conférence entière n'y suffirait pas, et je m'en voudrais de faire de la peine aux journalistes. Vous me permettrez cependant d'en signaler une, à cause de sa cocasserie. C'était à l'époque où le professeur Piccard entreprenait sa première exploration de la haute atmosphère, et un magazine illustré donnait sa photographie, devant l'appareil, de forme sphérique, qu'il avait fait construire pour s'élancer dans les airs. Et la légende de cette illustration était : « Le professeur Piccard devant sa stratosphère. »

J'ai hâte de terminer, et je ne veux passer à vos yeux pour un pédant ridicule. Aussi bien craindrais-je que quelqu'un ne se lève parmi vous et me lance à la tête les exactitudes scientifiques des littérateurs. Bien souvent, heureusement, romanciers et poètes ont su tirer de la science, en particulier des astres, d'admirables effets, et parfaitement exacts. J'ai fait, tout à l'heure, certains reproches à Victor Hugo : c'était dans des œuvres où il n'était pas spécialement question d'astronomie. Mais Hugo a écrit d'étonnants poèmes cosmiques, en particulier dans la *Légende des Siècles*, auxquels il n'y a rien à reprocher du point de vue scientifique : celui, par exemple, où il décrit le retour de la comète de Halley ; ou encore, cet extraordinaire dialogue entre planètes, étoiles, nébuleuses, dont voici un des plus beaux passages : c'est Saturne qui invective la Terre, et tout ce qu'il dit est rigoureusement exact (au moins, en ce qui concerne le nombre de ses satellites, pour l'époque où Hugo écrivait) :

Qu'est-ce que cette voix chétive qui murmure ?
Terre, à quoi bon tourner dans ton champ si borné,
Grain de sable, d'un grain de cendre accompagné !
Moi, dans l'immense azur je trace un cercle énorme.
L'espace avec terreur voit ma beauté difforme,
Mon anneau, qui des nuits empourpre la pâleur,
Comme les boules d'or que croise le jongleur,
Lance, mêle et retient six lunes colossales !

Et, plus proche de nous, ces splendides versets de Paul Claudel, dans *l'Annonce faite à Marie*, où le mouvement diurne des étoiles

et de la Grande Ourse autour de la Polaire est merveilleusement décrit :

> Le ciel de la nuit où tout est travail, et qui est comme un grand labour, et une pièce d'un seul tenant,
> Et le Colon éternel y pousse les sept bœufs, l'œil fixé sur une étoile immuable,
> Comme nous autres sur la branche verte qui marque le bout du sillon !

Et, à côté de ces littérateurs pour qui l'astronomie n'est pas une inconnue, n'y a-t-il pas — et vous pourriez aussi me les lancer à la tête — des erreurs littéraires chez les scientifiques ? Hélas ! On en rencontre souvent, même dans d'excellents ouvrages : citations inexactes, par exemple ; erreurs sur certains points d'histoire, ou de mythologie. Camille Flammarion, le grand vulgarisateur, parle, dans *Les Etoiles*, à propos de la constellation des Gémeaux, de « la belle Tyndare », comme si Tyndare était une femme, alors que c'était l'époux — malheureux — de Léda. Et Guillaume Bigourdan, qui fut sous-directeur de l'Observatoire de Paris, parlant des noms donnés aux satellites de Jupiter par les savants qui, en 1610, les découvrirent, Galilée et Simon Marius, qui les appelèrent de noms mythologiques, Io, Europe, Callisto, ne dit-il pas que ce sont les noms des filles de Jupiter ? Les rapports de ce dieu avec la nymphe Callisto, ainsi qu'avec les mortelles Io et Europe, ne furent pourtant pas précisément des rapports de père à filles... Et nous nous sentons aussi un peu honteux, nous autres scientifiques, devant les nombreuses bévues commises par les officiers géodésiens qui, en inscrivant sur la carte de France au 80.000^e qu'ils dressèrent, divers noms de lieux, firent preuve d'une profonde et souvent ridicule ignorance de la linguistique. C'est ainsi que, demandant aux habitants de la région le nom d'une montagne proche de Grenoble, on leur répondit qu'elle s'appelait, en patois local, Casque neiro, le casque noir, à cause des forêts sombres qui y croissent : ils ne comprirent point, et transcrivirent sur leur carte : Casque de Néron, bien que ce César n'eût rien à voir à l'affaire. Le village de Saint-André-le-Gua, c'est-à-dire le gué de la rivière, devint sous leur plume Saint-André-le Gaz, nom qui lui est resté. Et enfin, un certain lieu voisin de Marseille, et appelé par les indigènes le Pas de l'Encié, c'est-à-dire le Pas du défilé (encié vient du latin *cuneus*, défilé) fut associé par eux à je ne sais quelle idée de quadrille, et se vit affublé du nom ridicule, repris par les chemins de fer, de Pas-de-Lanciers. Ces fautes, et bien d'autres, les littérateurs peuvent les reprocher aux savants.

Mais, vraiment, avons-nous, nous-mêmes, tant de reproches à faire aux littérateurs ? L'univers rationnel des physiciens, le ciel

mécanisé des astronomes, n'ont-ils pas de temps en temps besoin d'être décrits avec la somptuosité d'un Chateaubriand, la grandiloquence d'un Hugo, ou la fantaisie d'un Giraudoux ? De ce dernier auteur, vous souvenez-vous de la délicieuse scène, dans *Intermezzo*, de la leçon de cosmographie ? Pour apprendre à reconnaître les constellations, les élèves récitent des quatrains, tels que le suivant :

Si s'exauçait le vœu de mon enfance,
Pour peser le poids de la nuit,
Au ciel austral je serais la balance
Dont les plateaux sont la joie et l'ennui.

Et je ne veux pas savoir si ce quatrain est exact ou non au point de vue astronomique : il me suffit de sentir qu'il est exquis. Ce qu'il faut reprocher aux littérateurs, ce n'est pas de faire de la mauvaise science, ce ne peut être que de faire de la mauvaise littérature. Qu'importe qu'un vers contienne une erreur scientifique, pourvu que ce soit un beau vers !

Pierre HUMBERT.

LES LIVRES

AGOSTINI (L.), BASS (J.). — **Les théories de la turbulence.** — Publications Scient. et Techniques du Ministère de l'Air, n° 237, 118 p., 29 fig., Service de documentation et d'informations techniques de l'aéronautique, édit., Paris, 1950. Prix : 750 francs.

Cet ouvrage donne le texte amélioré et complété des conférences faites en 1949, à l'Institut de Mécanique de Paris, par MM. Bass et Agostini sur la théorie de la turbulence et notamment sur les travaux récents de W. Heisenberg, G. K. Batchelor et A. A. Townsend.

Après avoir, au chapitre I, exposé les méthodes inspirées de la théorie des fonctions aléatoires qui semblent aux auteurs susceptibles d'applications éventuelles à la théorie de la turbulence, ceux-ci examinent, au chapitre II, la cinématique des milieux aléatoires et notamment des milieux aléatoires isotropes : théorie des corrélations de vitesse de Von Karman, théorie spectrale de Taylor, introduction de la fonction spectrale de Heisenberg. Le chapitre III applique les équations de Navier au cas du mouvement turbulent : équation fondamentale de la dynamique turbulente, équation de Von Karman et Howarth, solutions de l'équation fondamentale, solution de Batchelor, théories de Heisenberg. Les chapitres IV et V exposent les théories nouvelles faisant intervenir des hypothèses de similitude et conduisant à des lois numériques : théorie de l'isotropie locale et de l'équilibre statistique suivant les travaux de Kolmogroff et de von Weizsacker et Heisenberg. théorie de la décroissance de la turbulence derrière un grillage, d'après les travaux de Heisenberg et de G. K. Batchelor et A. A. Townsend. En annexe, une série de courbes de corrélation et de courbes spectrales extraites des travaux de M. A. Favre, montre la liaison étroite existant entre les théories exposées et les résultats expérimentaux.

G. PETIAU.

T. G. ANDREWS. — **Méthodes de la Psychologie.** — 2 vol. de la Bibl. Sc. Internationale. Presses Universitaires. Paris, 1952. En tout 880 pages. Prix : 1.500 + 1.500 = 3.000 francs.

Excellente traduction d'un ouvrage dont la rédaction a été en partie réalisée, en partie assumée, quant à la direction, par un professeur de l'Université de Chicago, le soin du texte français étant lui-même confié à des spécialistes. Le résultat obtenu est la constitution d'une œuvre méthodologique très ample destinée à être souvent consultée.

Le premier volume s'attache aux principaux thèmes pouvant se grouper autour des rubriques.

Sensations - Mémoire et apprentissage - Comportement animal - Pensée.

Pour le second, il convient de citer les rubriques suivantes :

Activité et affectivité - Aptitudes - Personnalité - Psychologie clinique.

En parcourant ces pages, dont la présentation est parfaite, on rencontrera beaucoup d'objets dignes de retenir l'attention générale. Tel celui qui vise à **l'évaluation de l'intelligence.**

On peut espérer beaucoup du retentissement d'une pareille œuvre. La lecture en est d'ailleurs facilitée par les résumés terminant les divers chapitres. Les indications bibliographiques annexes rendraient les plus grands services.

G. BOULIGAND.

BARBER (H. S.). — **North american Fireflies of the genus Photuris.** — (Lucioles nord-américaines du genre Photuris.) Smithsonian miscellaneous collections, vol. 117, n° 1, novembre 1951, 58 p.

Les Lampyrides, Coléoptères remarquables par leur pouvoir de produire de la lumière, sont principalement présentés en Amérique du Nord par différentes espèces du genre **Photuris.** Un large degré de variabilité individuelle associé à l'uniformité de la plupart des caractères morphologiques (pièces génitales comprises) rend très difficile la distinction de ces espèces lorsque l'on considère des spécimens de collections. Aussi, la systématique de ce genre était-elle des plus confuses. L'auteur de cet ouvrage en a repris l'étude sur des bases nouvelles, et en démontrant que des formes morphologiquement très voisines présentent des caractères écologiques et éthologiques bien distincts. Les éclairs lumineux émis par les mâles à la recherche des femelles sont notamment très caractéristiques d'une espèce donnée ; la couleur, la durée et la fréquence de ces éclairs sont constantes chez tous les individus d'une même espèce ; elles ont été minutieusement notées, et graphiquement représentées, par H. S. Barber, qui a largement tenu compte de ces particularités physiologiques, ainsi que des caractères écologiques pour discriminer les espèces et établir les clés de détermination.

Cette intéressante étude est une œuvre posthume, où les observations recueillies par l'auteur sur ce sujet pendant près de 40 ans ont été rassemblées par un de ses collègues, F. A. Mc Dermott, qui a ajouté quelques notes rur la morphologie des **Photuris**, particulièrement en ce qui concerne les espèces nouvelles décrites par Barber.

J. CARAYON.

E. W. BETH, Professeur à l'Université d'Amsterdam. — **Les fondements logiques des mathématiques.** — (Coll. de Logique de Mme Destouches. — Février.) Un in-8 16 × 25 de 222 p. Gauthier-Villars, Paris, 1950. Prix : 1.400 francs.

Synthèse parfois très condensée, mais sans équivalent jusqu'ici dans la littérature mathématique en langue française, et rendant très bien compte des question variées qu'on rencontre lorsqu'on examine les fondements des sciences déductives. On y trouve réunis et rapprochés, d'une manière heureuse, les résultats des recherches concernant la métamathématique de Hilbert, la syntaxe, la sémantique, l'intuitionisme, les antinomies.

La confrontation des points de vue pour ce qui touche à la théorie de la déduction, le rôle bien mis en lumière du théorème de Gödel rehaussent la valeur du livre. Noter aussi l'abondante bibliographie et la présence d'exercices proposés.

G. BOULIGAND.

BLET (G.). — **Etude de la structure des surfaces.** — Préface de M. Canac. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, n° 241. Travaux du Centre de Recherches scientifiques, industrielles et maritimes de Marseille. Un fasc. de 46 p., Paris, 1950.

M. G. Blet étudie dans ce fascicule la possibilité d'utiliser des méthodes optiques pour dresser une carte topographique d'une surface métallique renseignant sur l'orientation des facettes élémentaires après polissage. Après avoir montré que les procédés photographiques ou photométriques permettent de déterminer rapidement et simplement les directions et orientations des facettes dues à l'usinage et à la finition d'une surface cylin-

drique, il discute notamment l'extension de ces procédés au cas des surfaces rugueuses assimilées à une juxtaposition de cavités macroscopiques de formes simples déterminées.

G. PETIAU.

BOURCART (Jacques). — Les Frontières de l'Océan. — 1 vol. in-16 jésus, 320 pages, 77 figures. Paris, 1952, Albin Michel, éditeur. (Prix : 900 fr.)

Le domaine continental n'est pas séparé du domaine océanique par une frontière linéaire stable. Les continents ne s'arrêtent pas à la ligne conventionnelle inscrite sur les cartes, ils se prolongent sous la mer par le Plateau continental (d'origine subaérienne).

L'Océan tend à envahir la zone continentale à chaque marée montante, pénétrant profondément dans les estuaires, fjords et calanques. D'autre part, l'érosion et la mobilisation des matériaux meubles provoquent l'envasement de certaines côtes et de nombreux ports.

Les Biologistes et les Géologues s'intéressent vivement à ce domaine. Des problèmes économiques s'y posent : assèchement et mise en valeur de zones basses comme le Zuyderzée et le Marais-Vernier, défense des côtes, grande pêche sur le plateau continental, prospection sous-marine (pétrole), étude de la houle, utilisation de la puissance motrice des marées et de l'énergie thermique des mers.

Le Centre de Recherches et d'Etudes Océanographiques organisé par le Pr. J. Bourcart avait commencé l'étude de la zone côtière, un peu avant 1940, mais sans moyens matériels, bien entendu.

Par contre, la préparation des débarquements alliés a provoqué des recherches scientifiques qui ont complètement renouvelé nos connaissances sur les mécanismes d'action de la mer, étudiés avec de nouveaux appareils selon des méthodes inédites.

L'auteur nous présente dans son nouveau livre, toute cette masse de faits nouveaux qui intéresse un public très varié : géologues et océanographes, marins et ingénieurs, biologistes et pêcheurs, voire même tous les « estivants » qui fréquentent les plages. Chacun y trouvera une moisson de documents nouveaux sur une zone facile d'accès et qui restait peu connue.

R. FURON.

P. BOURRELLY et E. MANGUIN. — Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances recueillies par la Mission P. Allorge en 1936. — Préface de M. Roger Heim, Membre de l'Institut SEDES, Paris, 1952, 282 p., 31 planches de fig. (Prix : 1.800 francs.)

Parmi les abondants matériaux rapportés des Antilles françaises en 1936, se trouvaient de multiples récoltes d'Algues d'eau douce provenant de Basse-Terre, Grande-Terre, Marie-Galante, Les Saintes, l'Ilet à Fajou, la Désirade. P. Bourrelly et E. Manguin y ont trouvé 803 espèces, variétés et formes, dont 430 Diatomées. La pauvreté en Desmidiées s'explique peut-être par le fait que les récoltes ont été effectuées au printemps, saison qui leur est peu favorable.

La première partie de cet ouvrage, partie écologique et géographique, rassemble les espèces d'après le biotope dans lequel elles vivent : 1) espèces de la mangrove ; 2) espèces aérophiles, c'est-à-dire se développant sur les rochers suintants, les talus ruisselants, sur les autres végétaux (épiphytes), sur la terre humide, dans les Sphagnales et les marécages de montagne, et comprenant les « Diatomées les plus représentatives du bios acido-aérophile » ; 3) espèces des eaux courantes : cascade, rigole thermale (station particulièrement riche), rivière, caillou d'un réservoir dont les algues sont à tendance oxyphile : 4) espèces limnophiles : algues des étangs, des mares dont l'eau légèrement alcaline est pauvre en espèces planctoniques ; 5) espèces des fossés ; 6) crénophiles vivant dans les sources

chaudes (surtout Cyanophycées et Diatomées), ou dans les sources froides ou les abreuvoirs. Cet ensemble d'algues comprend près de 60 % de cosmopolites, 21 % d'espèces à distribution restreinte, 19 % d'endémiques.

Dans la seconde partie, E. Manguin dresse la liste des Diatomées, P. Bourrelly énumère les Cyanophycées, Rhodophycées, Chrysophycées, Xanthophycées, Protomastiginées, Dinophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Chlorophycées. Pour chaque espèce, la station et la localité de récolte sont citées ; ces indications suivent souvent quelques remarques à propos des caractères morphologiques, de la distribution, des biotopes préférentiels ou, du moins, qui semblent préférentiels d'après les observations des collecteurs et certains travaux, tels que ceux de Hustedt. De nombreuses espèces sont décrites (69 espèces, 34 variétés, 39 formes), leurs caractères commentés, leurs affinités signalées. Incidemment, à propos d'une discussion sur la valeur du genre **Botryosphaera,** P. Bourrelly propose un nom nouveau « **B. Chodatii** » pour une algue du lac Champex. Il complète la description d'espèces mal connues comme **Cladophora thermalis** Crouan.

Nul ne peut nier le rôle primordial des figures dans un travail de systématique morphologique. Or, ici, on constate avec satisfaction que les auteurs n'ont pas négligé l'illustration : 31 planches de figures tracées avec élégance et précision, donnent à ce travail une grande valeur documentaire. On s'étonnera peut-être que, dans un ouvrage consacré à une seule collection, les espèces cosmopolites — dont les figures existent sans doute déjà ailleurs — aient été à nouveau représentées, mais les Algologues qui ne disposent pas d'une abondante bibliographie ne s'en plaindront certes pas. Félicitons l'éditeur d'avoir choisi, pour le tirage des planches, un excellent papier qui met en évidence toute la finesse du trait.

Cet ouvrage s'adresse, sans doute, à un petit nombre de spécialistes, mais il peut rendre de réels services aux Algologues encore peu expérimentés, qui apprendront beaucoup par un simple examen des figures ; aux écologistes ; aux Biogéographes qui s'intéressent à la flore des Antilles et de l'Amérique tropicale. Il met en évidence l'intérêt indiscutable des grandes Missions scientifiques qui permettent de compléter l'inventaire des richesses végétales.

S. JOVET-AST.

CLARK (A. H.) et CLARK (L. F.). — The Butterflies of Virginia. — Les Papillons diurnes de Virgine). Smithsonian miscellaneous collections, vol. 116, n° 7, décembre 1951, 239 p., 1 pl. couleurs, 30 pl. noir.

Ce travail constitue une importante étude monographique des 150 espèces de Papillons diurnes récoltées jusqu'à présent dans l'Etat de Virgine. Depuis 20 ans, les auteurs, spécialistes avertis en Lépidoptères, ont consacré tous leurs loisirs à parcourir les différentes régions de la Virginie pour récolter les Papillons de jour et recueillir sur leur biologie ainsi que sur leur répartition le maximum de renseignements. A l'importante documentation personnelle ainsi obtenue, ils ont ajouté les indications résultant des récoltes et observations de nombreux correspondants. Aussi leur ouvrage est-il fort complet et apporte-t-il de nombreuses données originales.

Après une introduction qui mentionne les espèces migratrices, celles qui ont été introduites (**Pieris rapae,** par ex.), et d'autres qui paraissent au contraire avoir disparu, l'ouvrage comporte un chapitre sur la répartition géographique, des tableaux de déterminations et surtout une étude détaillée de chaque espèce. Chaque étude comprend de nombreuses indications sur la répartition, l'écologie, les plantes-hôtes et le cycle de l'espèce considérée. On regrettera cependant l'absence presque totale de renseignements concernant les chenilles.

Une illustration d'une exceptionnelle richesse rassemble plus de 300 photographies de Papillons. Pour chaque espèce, les images des deux sexes sont le plus souvent représentées, parfois en vue ventrale et en vue dorsale, ainsi que les variétés importantes.

J. CARAYON.

COLLET (L.-H.). — Recherches sur l'osmose électrique. — Préface de M. E. Darmois, Publications Scientifiques du Ministère de l'Air. Note technique n° 34. 1 fasc. 62 pages, Paris, 1950.

Les phénomènes d'osmose électrique connus depuis très longtemps ont été expliqués par une théorie d'Helmholtz, qui a été depuis sérieusement critiquée par Swyngedauw et M. E. Darmois. M. L.-H. Collet a repris l'étude expérimentale du passage du courant électrique à travers les parois poreuses et des diverses manifestations électroosmotiques. Il a été conduit, pour interpréter les résultats de ses expériences, à rejeter la théorie de Helmholtz et à développer une théorie des phénomènes d'osmose électrique basée uniquement sur le mécanisme des manifestations électrolytiques tel qu'on le conçoit actuellement, tenant compte notamment de l'hydratation des ions. Cette théorie semble donner une bonne interprétation de l'ensemble des résultats expérimentaux.

G. PETIAU.

DREYFUS (J.). — La chimie des ciments. — Tome I : Exposé théorique, Tome II : Annexes, 2 vol. 16,5 × 25 de 583 pages. Edit. les Editions Eyrolles, Paris, 1950. Prix : 4.950 francs.

Cet ouvrage constitue une mise au point où l'auteur a cherché à exposer d'une façon scientifique les données actuelles dans ce vaste domaine qu'est celui des ciments.

Toutes les questions traitées font l'objet d'une discussion approfondie s'appuyant sur les résultats les plus récents des chercheurs français et étrangers. Une place à part a été donnée au ciment portland, qui est le mieux connu et le plus employé actuellement. A propos de ce liant, l'auteur a traité d'une façon complète certains problèmes, tels que ceux de la structure et de la durabilité des pâtes durcies qui intéressent tous les liants hydrauliques.

L'ouvrage de M. Dreyfus, qui comporte une préface de M. Jolibois, membre de l'Institut, apporte à l'ingénieur des éléments permettant de choisir d'une façon rigoureuse le type de liant le plus convenable dans chaque cas, sans avoir à se fier à des normes forcément incomplètes. Les études sur la structure de la pâte durcie, sur la chaleur d'hydratation, sur le comportement des différents liants en présence d'eaux agressives naturelles, sur les propriétés de ciments à base de laitier de haut-fourneau et des liants pouzzolaniques lui ouvriront des horizons nouveaux sur les conditions d'emploi des différents types de ciments et sur les risques auxquels il s'expose dans chaque cas.

Deux index alphabétiques des auteurs et des matières complètent l'ouvrage. L'index des matières, notamment, représente un véritable dictionnaire de la chimie des ciments.

E. CATTELAIN.

GUILCHER (J.-M.) et R.-H. NOAILLES. — Les Bourgeons s'ouvrent. — Collection « Le Montreur d'Images », Flammarion, 1952, 98 p., 178 phot.

Le quatrième ouvrage de la collection « Le Montreur d'Images », réalisé par l'atelier du Père Castor, vient de paraître. Il réunit une série de photos qui permettent de suivre la vie du Marronnier, du Chêne, du Noyer, du Pin. On assiste au développement des bourgeons à feuilles, des bourgeons à fleurs, à l'épanouissement des fleurs, à la formation du fruit, à l'apparition de la plantule, enfin à la naissance de la jeune tige feuillée. Le texte, commentaire précis des images, sera compris par les jeunes, apprécié par tous ceux qui veulent s'initier à la vie des arbres. Un tel ouvrage est d'autant plus difficile à réaliser qu'il doit allier la simplicité du texte et l'agrément de la lecture à la rigueur scientifique. Celui-ci est particulièrement bien réussi.

S. JOVET-AST.

H. HASSE. — Zahlentheorie (théorie des nombres). — Un vol 18 × 25 de 468 p. avec fig., publié par l'Académie de Berlin, 1949.

La théorie des nombres algébriques s'est développée suivant deux tendances, s'attachant, l'une à la considération des diviseurs, l'autre à celle des idéaux, qui mène au but plus vite et plus simplement. C'est donc à cette dernière que l'auteur donne ici la préférence. Il suppose connus les éléments de la théorie des corps, anneaux, domaines d'intégrité, ceux de l'algèbre linéaire et la théorie de Galois, toutes choses exposées dans son « Höhere Algebra » en deux volumes de la collection Göschen. Avec l'aide de cet appareil, il traite d'abord des fondements de l'arithmétique dans le corps des rationnels ; puis, après avoir étudié à titre auxiliaire les corps valués, il arrive à la partie la plus importante : fondements de l'arithmétique dans le corps des nombres algébriques, en accordant beaucoup d'intérêt au cas des nombres quadratiques.

Tenu au courant des résultats les plus récents, ce livre doit beaucoup à l'éminente personnalité de son auteur qui est, dans ce champ de recherches, l'un des spécialistes les plus connus. On ne manquera pas d'apprécier la simplicité des enchaînements et des principes méthodologiques introduits par lui dans cette synthèse.

G. BOULIGAND.

L. HEFTER. — Grundlagen und analytischer Aufbau der Geometrie (fondements et construction analytique de la Géométrie). — Un vol. 16 × 25 de 192 p. avec fig. 2e édit., Leipzig, 1950 (relié, prix : 3 us. Dollar).

Cette seconde édition reproduit la première, à des améliorations de détail près. Mais il y a lieu de signaler ce livre qui, publié en 1940 et rapidement épuisé, a vu sa diffusion arrêtée pendant quelques années. Devant l'importance chaque jour croissante du point de vue axiomatique, il s'impose aujourd'hui de s'en inspirer dans l'enseignement de la géométrie. L'ouvrage actuel montre comment la chose peut se faire dans une Faculté, en établissant d'abord les fondements de la géométrie projective et à partir de cette base, en la développant sur la droite, dans le plan et dans l'espace ; en passant ensuite à la géométrie des parallèles, puis à celle de l'orthogonalité, pour terminer par le système non euclidien de Cayley-Klein, englobant la géométrie elliptique et la géométrie hyperbolique. Par sa clarté et son caractère systématique, ce livre pourra donner à beaucoup d'étudiants une aide appréciable.

G. BOULIGAND.

William V. HOUSTON. — Principles of quantum mechanics. Non relativistic wave mechanics with illustrative applications. — International Series in pure and applied Physics.

Un vol. 288 p., Mc Graw-Hill Book City Edit., New-York, Toronto, London Edit. Prix : 48/.

Dans cet ouvrage destiné aux étudiants de l'enseignement supérieur (ayant au minimum les connaissances correspondant à la licence ès sciences physiques ou mathématiques), M. W. V. Houston expose les principes fondamentaux et développe quelques applications simples de la mécanique quantique.

La première des cinq parties de ce manuel donne un exposé d'ensemble du formalisme de la mécanique ondulatoire non relativiste. Après avoir rappelé les principaux phénomènes pour lesquels les aspects ondulatoires et corpusculaires de la matière étroitement associés rendent incomplète la description fournie par la mécanique classique, M. Houston expose les principes du formalisme de la mécanique quantique : représentation des grandeurs physiques par des opérateurs, propriétés générales des valeurs propres et des fonctions propres, formation de l'équation de Schrödinger, correspondance entre mécanique ondulatoire et mécanique classique,

représentation des états de mouvement d'une particule dans un champ de force central, méthodes générales de perturbations, opérateurs de spin et principe d'exclusion de Pauli.

La seconde partie expose l'application de la mécanique ondulatoire à l'explication cohérente et complète des phénomènes de la spectroscopie, notamment dans le cas des atomes hydrogénoïdes (niveaux d'énergie, règles de sélection et intensité des raies, effet Zeemann) et des systèmes à deux électrons étudiés d'une façon très détaillée.

La troisième partie est consacrée à l'examen de quelques applications de la mécanique ondulatoire à la théorie des chocs atomiques et moléculaires : diffusion par quelques potentiels simples, diffusion par un potentiel coulombien, chocs entre particules identiques. La quatrième partie étudie le comportement des électrons dans les solides : après un exposé simple des éléments de statistique quantique, on examine les propriétés des gaz électroniques, et d'une façon très détaillée, le mouvement des électrons dans les potentiels périodiques. La cinquième partie donne un aperçu sommaire sur la théorie quantique des interactions entre la matière et le rayonnement électromagnétique.

G. PETIAU.

HOYLE (Fred). — La Nature de l'Univers. — (Collection La Science Vivante, dirigée par René Audubert.) Un vol. 133 p., Paris, 1952, Presses Universitaires de France Edit. Prix : 360 francs.

Ce petit livre est le plus clair et le plus simple des innombrables ouvrages de vulgarisation consacrés à l'Astrophysique. Ecrit à partir des textes destinés à la radiodiffusion, l'auteur n'a pu utiliser de formules mathématiques et a remplacé très heureusement celles-ci par des évaluations et des comparaisons qui donnent une idée juste et simple de la grandeur ou des valeurs relatives des éléments intervenant dans notre connaissance de l'univers.

Partant d'images intuitives sur la grandeur et la place de la Terre dans l'univers et le système solaire, l'auteur expose successivement ce que nous connaissons et les hypothèses qui semblent être vérifiées sur la constitution interne du soleil et des étoiles, sur l'origine et l'évolution des étoiles, sur l'origine de la terre et des planètes, sur l'expansion de l'univers ainsi que sur la place de l'homme dans celui-ci.

G. PETIAU.

J. KERHARO et A. BOUQUET. — Sorciers, féticheurs et guérisseurs de la Côte d'Ivoire-Haute-Volta. — Un vol. in-16, 144 pages, 14 figures hors-texte. Paris, 1950 (Vigot frères, éditeurs).

Les auteurs ont séjourné et travaillé pendant trois ans en Afrique Noire. Etudiant la pharmacopée et la thérapeutique indigènes, ils se sont vite aperçus qu'ils poursuivaient leur enquête dans un monde étrange de sorciers, de guérisseurs et de féticheurs. Aussi, la première partie de leur livre est consacrée au milieu médical noir (les hommes et les croyances, la pratique de la médecine et les honoraires, le charlatanisme des praticiens).

La seconde partie est consacrée à la pharmacopée et à la thérapeutique. Ce n'est qu'un résumé, mais il confirme l'importance de la phytothérapie africaine qui a déjà beaucoup donné à la science occidentale. C'est un champ d'investigation très vaste, encore trop négligé.

Ce petit livre, écrit d'une manière très vivante, n'est pas réservé aux seuls médecins ; il intéressera tous les ethnographes et tous les Africains.

R. FURON.

KUHN (Dr. Oskar). Professeur extraordinaire de Géologie et Paléontologie à l'Ecole supérieure de Bamberg. — **Lehrbuch der Paläozoologie.** — Un vol. de 326 p., avec 224 fig. et 50 tableaux. Prix : br. 28 DM. ; relié : 30 DM. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandl., Stuttgart, 1949.

Ce petit traité est consacré à la morphologie et à la systématique des animaux fossiles. L'auteur décrit rapidement, souvent en style télégraphique, les caractères essentiels des différents groupes hiérarchiques en descendant parfois jusqu'aux principaux genres ; les descriptions sont illustrées par des figures nombreuses et très démonstratives dont beaucoup sont récentes. Les rapports phylétiques qui existent entre les grands groupes sont très brièvement indiqués. Un nombre considérable de faits a pu être rassemblé sous un petit volume. Malheureusement, limité par l'espace, l'auteur n'a pu donner aucun renseignement sur la biologie des organismes et a dû traiter des groupes importants de façon beaucoup trop sommaire : 16 lignes et 2 fig. sont consacrées aux Myriapodes, 2 pages 1/4 et 10 fig. aux Insectes, 7 lignes et 2 fig. à l'Homme ; faute de place aussi, l'auteur n'a pu donner l' « habitus » de certains animaux très différents des formes actuelles.

Il continue à mettre les Graptolites parmi les Cnidaires et place les Trilobites entre les Crustacés et les Cheloniellida, ces 3 classes constituant le groupe des Antennés Branchiates.

P. A. REMY.

L. LAMING. — L'Astronautique. — Vol. 397 de la Coll. « Que sais-je ? », 110 p., avec fig. Presses Universitaires, Paris, 1950.

Après rappel des projets chimériques qui éclairent les difficultés de base, l'auteur traite des fusées et notamment de la V 2, puis des perspectives offertes à l'auto-propulsion par l'énergie atomique. Ayant décrit les conditions de navigation interplanétaires, les aspects physiologiques, les connaissances admises sur les mondes à explorer, et signalé des applications militaires (hélas !), avec d'autres possibles, mais plus lointaines, l'auteur conclut en rangeant l'astronautique au nombre des réalisations probables des prochains siècles.

G. BOULIGAND.

MANSKE (R. H. F.) et HOLMES (H. L.). — The Alkaloids Chemistry and Physiology. Les Alcaloïdes - Chimie et Physiologie. — Vol. I, 525 pages. Academic Press, New-York. Correspondant pour la France et l'Union française : Etablissements E. ULMAN, 16, avenue de Villiers, Paris (17e).

Ce volume constitue le premier tome d'un traité en 4 volumes, consacré à l'étude chimique et physiologique des alcaloïdes, pour la rédaction duquel Manske et Holmes ont fait appel aux plus éminents spécialistes des différents pays. L'ouvrage débute par un chapitre sur les sources d'alcaloïdes et les procédés d'isolement (H. F. Manske), suivi d'un autre chapitre sur les alcaloïdes dans la plante (W. O. James). Puis sont successivement traités : les alcaloïdes à noyau pyrrolidique (L. Marion) ; les alcaloïdes du genre Senecio (N. J. Léonard) ; les alcaloïdes à noyau pyridique (L. Marion) ; la chimie des alcaloïdes à noyau tropane (H. L. Holmes) ; les alcaloïdes des Strychnos (H. L. Holmes). De nombreux tableaux et formules facilitent la lecture de tous ces chapitres. Il faut souhaiter que les trois autres volumes du traité paraissent rapidement, car il seront, comme celui déjà paru, indispensables à tous ceux — organiciens, physiologistes, thérapeutes, toxicologues, etc... — qui s'intéressent à la passionnante chimie des alcaloïdes.

R. TRUHAUT.

H. N. et A. L. MOLDENKE. — Plants of the Bible. — In-8, 364 p. 95 illustr., Waltham, Mass. et Librairie Raymann, Paris (6e), 1952. $ 7.50.

La Bible pose aux botanistes d'intéressants problèmes historiques et géographiques. Lorsqu'elle fut écrite, Linné n'avait pas encore classé les

plantes et les noms en étaient très divers. D'ailleurs, ces auteurs attachaient-ils une grande importance à ces détails botaniques ?

Quoi qu'il en soit, il est difficile de parler d'un arbre ou d'une fleur sans avoir devant les yeux ou dans l'imagination une image concrète, et il est intéressant pour nous d'essayer de préciser la plante à laquelle l'auteur pensait lorsqu'il écrivait tel verset. Un travail linguistique et sémantique précisera le sens des termes employés d'après leur contexte ; un travail géographique déterminera les plantes dont il peut être question, car elles sont les seules que l'auteur put connaître.

Après une brève introduction, l'ouvrage est constitué par 230 notices de plantes identifiées, classées dans l'ordre alphabétique de leur nom latin. La bibliographie comprend 605 titres : elle est sans doute exhaustive pour les livres américains, tandis que pour les livres français, des ouvrages aussi importants que Abel, Géographie de la Palestine, ne sont pas mentionnés. Deux excellentes tables complètent l'ouvrage et en rendent facile l'utilisation : une table alphabétique très détaillée et une table qui mentionne livre par livre, tous les versets de la Bible qui touchent de plus ou moins loin à la botanique, pour renvoyer à la page où ils sont étudiés.

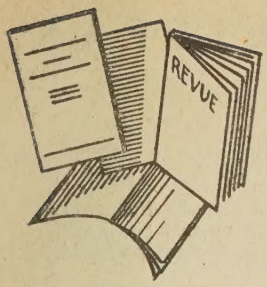
Rares sont les plantes non identifiées. Il me semble que l'auteur aurait pu se dispenser de mentionner parmi elles le « fruit de l'Esprit » dont parle saint Paul aux Galates ou aux Ephésiens, ou bien la « semence corruptible dont nous sommes nés » (I, Pierre I.23). Autre exemple : l'Evangile nous dit que Judas jetant « les pièces d'argent dans le temple, s'en alla et se pendit ». Bien qu'il ne soit pas ici question d'arbre, l'arbre de Judée, **Cercis siliquastrum,** nous est décrit, car cet arbre est appelé en certains pays « arbre de Judas ».

Un certain nombre de plantes ne présente aucune difficulté d'identification : le Figuier, l'Yeuse, la Lentille, le Cèdre du Liban, etc. ; mais, beaucoup d'autres, tels que le Lis des champs peuvent désigner, suivant le contexte, telle ou telle espèce botanique, et la logique eut plutôt demandé de partir des mots même de la Bible au lieu de renvoyer tout de suite à l'identification proposée. Le point de vue du botaniste a prévalu, et présente certains avantages.

Si les identifications ne sont pas toutes convaincantes, le travail de discussion ne manque jamais d'intérêt. Prenons un exemple. La Genèse nous parle de cet « arbre de la science du bien et du mal » qui se trouvait au milieu du Paradis terrestre et dont Eve et Adam mangèrent le fruit défendu. On nous renvoie à **Prunus armeniaca,** l'Abricotier. La tradition, aussi bien picturale que littéraire y voit un Pommier, mais cet arbre, originaire du Caucase, n'a été introduit que tardivement en Palestine et ses fruits sauvages ne sont guère tentants. Certains ont parlé de l'Oranger, mais cet arbre, originaire de Chine, est d'introduction encore plus récente ; il faut en dire autant du Citronnier et du Pamplemoussier dont les fruits ne sont d'ailleurs pas « doux », mais acides. Le Cognassier, fréquent en Palestine, produit des fruits odorants et beaux, mais qui sont, eux aussi, acides. Quelques autres arbres sont encore éliminés et nous arrivons à l'Abricotier, dont le fruit est beau à voir, et doux et tentateur. Il est originaire d'Arménie et il aurait été introduit en Palestine en même temps que la Vigne, au temps de Noë.

Même s'il ne convainc pas toujours, ce livre est précieux pour la somme de renseignements qu'il fournit. Tous ceux qui s'intéressent à la Bible ne sauraient trouver actuellement un ouvrage qui les renseigne mieux sur les plantes qu'on y trouve citées.

J. CARLES.



LES REVUES

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUE FRANÇAISE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, tome 66, 3e fasc.

V. THEBAULT : Sur des plans associés à un tétraèdre. — **R. BALLIEU** : Sur les rangs-lignes à droite de deux matrices inverses. — **R. H. GERMAY** : Application à la méthode des fonctions majorantes à l'étude de certaines équations intégro-différentielles recurrentes. — **J. R. JAISWAL** : On Meijer Transform. — **A. BIOT** : Sur certains systèmes pancratiques non symétriques à trois lentilles. — **J. M. DELFOSSE et M. NEVE de MEVERGNIES** : Construction d'un spectrographe de masse du type Mattauch à grand pouvoir de résolution. — **M. A. PIRARD** : Note sur le tracé des courbes f et des courbes CT en élasticité. — **Ch. COURTOY** : Spectre infrarouge à grande dispersion de CD_3Br (2900 à 3400 cm^{-1}). — **J. CHARETTE et Ch. MANNEBACK** : Fonction potentielle de l'éthylène.

ARCHIVES DES SCIENCES (Genève), volume 5, fascicule 3 et 4.

B. BLONDEL : Résistance et sensibilité aux sulfamides d'Algues unicellulaires. — **P. BOUVIER** : Sur l'énergie neutrinienne d'une supernova. — **G. J. BENE** : Théorie de la relaxation dipolaire. Formalisme fondamental.

ATOMES, n° 82, janvier 1953.

H. PRAT : Du coureur des Bois au Gratteur du sol — Les problèmes de transport dans l'industrie du pétrole. — **R. EMERSON** : L'Homme et les Moisissures. — **Th. de GALIANA** : Les simulateurs de vol.

ATOMES, n° 83, février 1953.

P. A. JACQUET : Le polissage électrolytique des métaux — La chromatographie sur papier. — **R. METCALF** : Les insectes contre les insecticides. **T. G. MINGOT** : Dans les grands chantiers du monde. — **Dr G. BIDOU** : La mesure du travail humain : L'Energamétrie.

LA NATURE, n° 3213, janvier 1953.

P. WAGRET : Le Massif Central est-il toujours le « pôle répulsif » de la France ?. — **C. LAVILLE** : Numérations non décimales. — **L. R. NOUGIER** : Les genres de vie de l'Homme préhistorique I. Le Paléolithique. — **H. GUERIN** : Le dosage des traces de gaz et la détection de l'oxyde de carbone. — **R. J. GAUTHERET** : La culture des tissus végétaux 2. Nutrition. — **A. MOLES** : Vibrations et structure moléculaire.

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 20 janvier 1953.

R. LONTIE : Un siècle de recherches sur les protéines. — **L. WINAND** : Les particules élémentaires. — **H. HESLOT** : Progrès récents dans la génétique des bactéries et des bactériophages. — **F. LAVENNE** : Le problème des poussières en hygiène du travail.

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

EXPERIENTIA, vol. IX, fasc. 1, janvier 1953.

E. BOLZER : The Mecanism os Muscular Relaxation. — **A. ERNST** : Muttergleiche Nachkommen nach interspezifischen Kreuzungen bei Blutenpflanzen.

CONGRÈS DE LUXEMBOURG DE L'A. F. A. S.

LOGEMENT

Le Comité local nous signale qu'il y aura de très grandes difficultés de logement à Luxembourg à l'époque du Congrès, et qu'il ne sera pas possible de garantir un logement aux congressistes qui ne se seraient pas inscrits **avant le 1er mai 1953.**

Dès à présent, et pour éviter à nos membres les aléas d'un voyage hors de France, nous avons demandé à une agence spécialisée dans l'organisation des Congrès d'étudier des séjours forfaitaires, dans diverses catégories d'hôtels. Ces prix correspondent à un séjour de 7 jours, **en pension complète,** plus un déjeuner. **Ce sont des prix nets, établis en francs pension complète** (service compris, boisson en plus), plus un déjeuner. **Ce sont des prix nets, établis en francs français d'après le cours actuel de la monnaie luxembourgeoise** (franc belge).

Catégorie	Hôtel	Prix (sans bain) Chambre simple	Chambre double
1re cl. A	BRASSEUR	24.180 fr.	24.000 fr.
»	CRAVAT	25.920 fr.	24.760 fr.
1re cl. B	ALFA	23.020 fr.	22.440 fr.
»	CONTINENTAL	22.440 fr.	21.855 fr.
2e cl. A	MOLITOR	17.680 fr.	14.450 fr.
»	CARLTON	14.450 fr.	15.500 fr.

Ces prix maxima, en pension complète, pourront s'établir en demi-pension, sur demande des congressistes.

Nous tenons à signaler que, s'il était possible, de loger dans un même hôtel (type 1re cl. B par exemple) un groupe de quinze personnes minimum, les tarifs ci-dessus seraient fortement diminués.

Dans le prochain bulletin d'information nous donnerons tous les renseignements qui nous auront été communiqués par le Comité local sur d'autres possibilités de logement.

RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTIONS

Pièces d'identité :

Les Français et les Monégasques doivent être munis, soit d'un passeport valable ou périmé depuis moins de cinq ans, soit d'une carte d'identité avec photo délivrée après le 1er octobre 1944.

Les Belges sont admis à entrer au Grand-Duché de Luxembourg sur le vu, soit d'un passeport valable ou périmé depuis moins de cinq ans, soit d'une carte d'identité avec photo.

Les Sarrois sont admis sur le vu d'un passeport valable ou périmé depuis moins de cinq ans muni de la mention « Sarrois ».

Devises :

Les Français peuvent disposer de l'équivalent de 30.000 francs français changés avant leur départ et, en plus, 10.000 francs français qu'ils peuvent changer sur le territoire du Grand-Duché.

Dépôt légal 1er trimestre 1953 : n° 5377. Le Gérant : R. CONSTANS.
Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 1847 - 3-53.